

TROPICULTURA

1997 Vol. 15 N. 2

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

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

10 FEB 1999



Credit: World Bank. Photo by Y. Hedar.



Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever :
M. VAN CRAEN.

AGCD - Rue Brederode 6, Brederodestraat - ABOS
1000 Bruxelles / Brussel



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIAL

Les réserves de biosphère, la biodiversité et le développement agricole durable

Biosfeersreserves, biodiversiteit en duurzame landbouwonwikkeling

Las reservas de biosfera, la biodiversidad y el desarrollo agrícola sostenible

M. Malekani 49

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Optimization of Anaerobic Digestion of Cattle Manure. Effect of its Association with the Aquatic Weed

Pistia (Pistia stratiotes)

Optimisation des performances de la digestion anaérobie des déchets de bovins. Effet de leur association avec la plante macrophyte *Pistia stratiotes*

Optimalisatie van de anaërobe digestie van rundmest. Invloed van de associatie met de macrofiet *Pistia stratiotes*

Optimación de los resultados de la digestión anaerobia de los desechos de bovinos. Efecto de su asociación con la planta macrófita *Pistia stratiotes*.

Zoubida Zennaki, A. Zaid, K. Bentaya & M. Boulif 51

L'incidence du calendrier agricole sur l'élevage des petits ruminants dans une zone densément peuplée : cas des Hauts-Plateaux de l'Ouest Cameroun

Invloed van de landbouwkalender op kleinveeteelt in een drukkbevoonde zone : het geval van de Hoogplateaus van West-Kameroen

La incidencia del calendario agrícola sobre la cría de pequeños rumiantes en una zona densamente poblada : el caso de los altiplanos del oeste del Camerún

A. Téguia, Y. Manjeli & J. Tchoumboué 56

Peri-urban Dry Season Vegetable Production in Ibadan, Nigeria

La production légumière peri-urbaine de saison sèche à Ibadan, Nigeria

Groentenproductie in het droog seizoen in de periferie vande stad Ibadan, Nigeria

La producción periurbana de hortalizas de estación seca en Ibadan, Nigeria

A.A. Kintomo, O.O. Ogunkeyede & L.O. Ogungbaigbe 61

Effet de *Leucaena leucocephala*, des fientes de volaille ou du fumier de bovins sur la productivité du maïs cultivé sur "terre de barre " au sud Bénin

Invloed van *Leucaena leucocephala*, en van pluimvee- en rundsmest op de productiviteit van maïs op "terre-de-barre" gekweekt in Zuid-Benin

Efectos de *Leucaena leucocephala*, de los excrementos de aves o del estiércol de bovinos en la productividad del maíz cultivado en

"tierra de barro " en el sur de Benín

N. Mallouhi & J-P. Bioyara 67

High vs. Low Stress Yield Test Environments for Identifying Drought Tolerant Durum Wheat Cultivars

Evaluation et sélection de lignées de blé dur dans un milieu semi-aride de la Tunisie

Evaluatie en selectie van durum tarwestammen in een halfdroog milieu in Tunesië

Evaluación y selección de variedades de trigo duro en un medio semi-árido de Túnez

M. Boubaker 71

From Soil Survey to Land Use Planning and National Soils Policies

De la cartographie des sols à la planification des terres et à la mise en place d'une politique nationale des sols

Van bodemkartering tot landgebruiksplanning en het opstellen van een nationale bodempolitiek

De la cartografía de suelos a la planificación de tierras y a la instauración de una política nacional de suelos

W. H. Verheye 74

Essai de lutte chimique contre la carie du blé en Tunisie

Test van chemische bestrijding van rotting bij tarwe in Tunesië

Ensayo de lucha química contra la carie del trigo en Túnez

B. Nasraoui & S. Sammari 80

NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

Note préliminaire sur l'étude de la croissance et de la reproduction chez les escargots géants africains

Archachatines et Achatines

Preliminaire nota over de studie van de groei en de voortplanting van archatiene en achatiene Afrikaanse reuzeslakken

Nota preliminar sobre el estudio del crecimiento y la reproducción de los caracoles gigantes africanos archachatines y achatines

S. Ekoué 84

Influence of Worm Density on the Growth of *Eudrilus eugeniae*

Influence de la densité des vers sur le croissance d'*Eudrilus eugeniae*

Invloed van wormdensiteit op de groei van *Eudrilus eugeniae*

Influencia de la densidad de gusanos sobre el crecimiento del *Eudrilus eugeniae*

A. Vorsters, F. Demey & J. Hardouin 89

Etude de la croissance, de la reproduction et de l'exploitation de *Limnothrissa miodon* Boulenger (1906) au lac Kivu, bassin de Bukavu (Rép. Dém. du Congo)

Studie van de groei, de voortplanting en de uitbating van *Limnothrissa miodon* Boulenger (1906) in het Kivumeer, Bukavubekken (Dem. Rep. van Congo)

Estudio del crecimiento, la reproducción y la explotación del *Limnothrissa miodon* Boulenger (1906) en el lago Kivu, cuenca de Bukavu (República Democrática del Congo).

M. Kaningini 91

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA 93

EDITORIAL

Les Réserves de Biosphère, la Biodiversité et le Développement agricole durable

M. Malekani

Les réserves de biosphère constituent une catégorie d'aires protégées créées en 1974 dans le cadre du programme MAB (L'Homme et la Biosphère) de l'UNESCO. Elles consistent à conserver au moins un échantillon des écosystèmes terrestres et côtiers/marins importants du monde grâce à une nouvelle conception de la protection de la nature qui permet de concilier la conservation et l'utilisation des ressources naturelles pour le développement des populations. Il y a trois ans que l'UNESCO a organisé à Séville en Espagne une Conférence internationale sur les réserves de biosphère regroupant environ 400 participants venus de 102 pays et 15 organisations régionales et internationales. Ce grand forum a servi à examiner les progrès réalisés par le réseau mondial des réserves de biosphère 12 ans après un premier congrès du genre tenu à Minsk en Biélorussie et à élaborer un nouveau plan d'action pour le futur. Le sujet reste d'actualité aujourd'hui car le monde se trouve confronté de plus en plus au problème de la conservation de la nature face à l'accroissement rapide démographique, à l'appauvrissement des populations et aux calamités de tout genre : sécheresse, famine, guerres, etc.

L'idée d'instituer des réserves entières (réserves naturelles, parcs nationaux, ...) de protection intégrale n'a toujours pas été facile à mettre en pratique, surtout dans les pays en voie de développement. Les populations locales finissent par se sentir privées de leurs ressources naturelles et handicapées pour leur développement. En effet, après avoir épuisé toutes les ressources naturelles autour d'elles, elles cherchent à recourir à celles qui restent abondantes dans les réserves ou parcs environnants. Evidemment, il y a au départ un manque d'encadrement socio-économique adéquat de ces populations. Dans ces conditions, la création de nouvelles réserves de protection intégrale devient utopique. C'est pourquoi la nouvelle tendance de protéger la nature tout en la laissant à la disposition de la population dans le cadre des réserves de biosphère est plus réaliste et a plus de chance de réussir. Toutefois la réconciliation de la préservation de la nature avec l'exploitation de ses ressources ne peut se réaliser aisément sans une recherche adéquate et un aménagement approprié qui permettent une gestion efficace des aires protégées.

Une première tâche des réserves de biosphère consiste donc à effectuer de la recherche pour évaluer toute la richesse biologique disponible par l'inventaire systématique des espèces végétales et animales existant dans les différents écosystèmes à conserver et connaître les interactions entre les éléments de cette biodiversité. Ensuite, un deuxième rôle des réserves de biosphère est de limiter l'influence de l'homme sur la nature grâce à un système particulier de gestion par zonation. Ainsi, une réserve de biosphère est aménagée en zones généralement concentriques dont une ou plusieurs aire(s) centrale(s) intégralement protégée(s), une zone tampon formant une ceinture de protection de l'aire ou des aires centrale(s) et une aire de transition où les autochtones et autres partenaires peuvent vaquer à plusieurs activités compatibles avec un développement durable (établissements humains, activités agricoles et d'autres activités de développement). Enfin, une troisième tâche des réserves de biosphère est d'instituer un réseau grâce auquel toutes ces actions peuvent être coordonnées et développées.

Les réserves de biosphère, si elles sont bien gérées, doivent donc permettre de conserver les espèces végétales et animales sauvages et leurs écosystèmes. Paradoxalement, les réserves de biosphère des pays en voie de développement qui se situent en majorité sous les tropiques et qui se caractérisent par une biodiversité très riche ne disposent pas de moyens suffisants pour garantir la protection de la nature alors que celles qui se trouvent dans les pays développés dans la partie nordique du monde et dont les ressources biologiques ont diminué possèdent tous les moyens pour sauvegarder la nature qui leur reste. Devra-t-on attendre que la nature s'appauvrisse partout pour sauvegarder ce qui va en rester avec le temps ? Toutes les nations vivant sur la même planète sont toutes liées parce qu'elles partagent une même terre. Les conséquences d'une erreur causée quelque part se répercutent ailleurs

d'une manière ou d'une autre. Il faudrait, pour mieux faire, que les pays nantis et ceux qui manquent de moyens puissent instituer entre eux une collaboration efficace pour assurer la conservation de la nature partout.

L'homme doit mettre à profit au maximum cette diversité naturelle sans compromettre sa pérennité pour augmenter la quantité des produits alimentaires dont il a besoin, principalement dans les pays en voie de développement où la faim et la malnutrition continuent à sévir. Le prélèvement massif des espèces végétales ou animales de leurs écosystèmes par une exploitation incontrôlée (cueillette ou chasse) entraînerait une désorganisation de ces écosystèmes au risque de leur faire perdre leur stabilité. Il faut alors veiller au maintien de cette diversité biologique pour permettre une exploitation des ressources naturelles à long terme. D'où l'importance de mettre au point des techniques d'exploitation durable par une agriculture et un élevage écologiques.

La FAO estime que, depuis le début du siècle, environ 75% de la diversité génétique des plantes cultivées ont été perdus. En outre, les quelques plantes cultivées ne subissant plus les effets bénéfiques de la sélection naturelle peuvent devenir vulnérables aux intempéries et aux attaques des organismes pathogènes et ravageurs. Il est donc temps de procéder à l'amélioration de ces plantes en utilisant les ressources phytogénétiques encore conservées dans les réserves de biosphère par des croisements entre espèces sauvages et espèces domestiques, ou cultivars, et par la diversification des espèces cultivées en domestiquant de nouvelles espèces. En outre, il faut recourir à des méthodes culturales qui puissent permettre de développer l'agriculture d'une façon durable.

Pour y parvenir, il faut entre autres améliorer les méthodes agricoles traditionnelles qui restent d'application dans la plupart des populations du monde, principalement dans les pays en voie de développement. Par exemple, les effets néfastes de la culture sur brûlis (destruction de la forêt, appauvrissement et érosion du sol) peuvent être atténués en plantant simultanément des arbres à divers usages (fruits, production des chenilles comestibles, fourrage, bois d'œuvre, médicaments) et à croissance rapide avec des plantes vivrières comme le maïs, le haricot, le manioc, etc. Ainsi, les champs abandonnés pour la jachère restent une source de revenus. En outre, le sol et la végétation peuvent s'y reconstituer plus rapidement. De même, on peut généraliser une méthode pratiquée dans une zone très peuplée à l'Est du Congo-Kinshasa qui consiste à planter sur des terrains destinés à la jachère une espèce ligneuse domestiquée à croissance rapide et à usages multiples (bois de chauffage, bois de construction des maisons, etc.). A la récolte du bois au bout d'environ trois ans, on retrouve un sol reconstitué pour les cultures vivrières et le reste de la forêt est épargné. Aussi, des techniques de mise en culture des espèces sauvages traditionnellement consommées par des populations locales comme le *Gnetum* africain, *Gnetum africanum*, le Pois carré africain, *Psophocarpus scandens*, une sorte d'igname, *Dioscorea dumetorum*, etc., en Afrique intertropicale, doivent être mises au point pour diminuer la pression de la cueillette sur ces espèces et les préserver d'une éventuelle extermination. Par ailleurs, une technique d'agro-sylviculture peut permettre de préserver plus ou moins la forêt tout en y pratiquant la culture des plantes vivrières ou industrielles. Cette technique a été réalisée avec succès dans la Réserve de Biosphère de Luki en République Démocratique du Congo en procédant à des associations d'essences forestières avec des plantes, par exemple, Limbas-bananiers, Limbas-cacaoyers ou Limbas-caféiers.

Dans le cas où elles sont bien gérées, les réserves de biosphère représentent donc un patrimoine génétique qui peut servir entre autres à améliorer et à diversifier les plantes cultivées. Ce stock génétique doit donc être préservé coûte que coûte dans son milieu naturel pour servir de dernier recours lorsque les agronomes ont besoin de restaurer certains caractères intéressants (polymorphisme, résistance aux maladies, adaptation aux conditions difficiles) perdus à la suite d'une sélection artificielle trop poussée. Les réserves de biosphère peuvent servir aussi de champ expérimental pour mettre au point des méthodes culturales qui puissent permettre un développement agricole durable compatible avec l'environnement.

Malekani M., Chef de Travaux
Ecologiste
Université de Kinshasa
République Démocratique du Congo.
Kinshasa, 25 mars 1998.

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Optimization of Anaerobic Digestion of Cattle Manure. Effect of its Association with the Aquatic Weed Pistia (*Pistia stratiotes*)

Zoubida Zennaki*, A. Zaid**, K. Bentaya** & M. Boulif*.

Keywords: Anaerobic digestion – Cattle manure – Aquatic weed – Biogas – *Pistia stratiotes* – Kinetic model

Summary

This study investigates the improvement of performance of anaerobic fermentation of cattle manure mixed with the water lettuce *Pistia stratiotes*, a macrophyte plant growing in the effluent of an anaerobic digester.

The experiments used a series of continuous fermentors, using mixtures of cattle manure and water lettuce in the following proportions : 12.5%, 16.6%, 25% and 50% of *Pistia stratiotes*.

The best biogas yields were achieved with a proportion of 50% of water lettuce in the mixture giving a biogas yield of 0.62 m³/(m³.d.) with a methane content of 76.8% over a 15-days hydraulic retention time, at a constant temperature of 35° C. The kinetic study based on batch fermentation shows that the process is well represented by the Monod Model. These performances are better than those obtained in anaerobic digestion of cattle manure used alone.

Résumé

La présente étude envisage de tester les performances de la digestion anaérobie des déchets de bovins associés à la laitue d'eau ou *Pistia stratiotes*, plante macrophyte cultivée sur effluent de digesteur méthanique. Les essais ont été réalisés dans une série de digesteurs en batch et en continu pour des substrats constitués par un mélange de déchets de bovins et de laitue d'eau aux différentes proportions $P_1 = 12,5\%$, $P_2 = 16,6\%$, $P_3 = 25\%$ et $P_4 = 50\%$ de laitue d'eau.

Les meilleurs résultats ont été obtenus pour la proportion $P_4 = 50\%$ de laitue d'eau, donnant une production en biogaz de 0,62 m³ (m³.j) contenant 76,8% de méthane pour une durée de 15 jours, à une température d'expérimentation de 35° C. L'étude cinétique du système montre que le processus est bien représenté par le modèle de Monod. Les performances obtenues sont meilleures que celles réalisées lors de la fermentation anaérobie des déchets de bovins utilisés seuls.

Introduction

Rural populations, 12.7 millions (9), in Morocco, use either forest wood and straw or fossile fuels as energy sources for their cooking and other household needs. With the increasing costs of fossile fuels and the necessity to protect natural forests from further degradation, it becomes crucial to develop alternative energy sources to satisfy totally or partially the needs of rural households. An alternative way is the production of biogas using anaerobic digestion (fermentation) of cattle manure. This process has been widely used throughout the world (8,10); however, several authors pointed out the limited performance of this system due to the influence of physico-chemical parameters of the fermentary process. Recently, several researchers investigated ways to improve the performance of the fermentary process through the addition of ground plant material, especially that of the water lettuce *Pistia*

stratiotes, an aquatic plant that can be grown on effluent ponds.

The objective of this study is to test the performance of biogas production in an integrated system incorporating the water lettuce. This study is the first of its type in Morocco.

Material and methods

The experiments were carried out on the Energetics Platform at the experimental farm of the National School of Agriculture of Meknes. This Platform is composed of several reactors with effluents recuperated in ponds supporting macrophyte plants : *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* and *Lemna gibba*. This process associates, at the same time, gas production, plant biomass production and epuration of waste waters.

* National School of Agriculture, Meknes, Morocco

** University My Ismail, Faculty of Sciences, Meknes, Morocco

Under the auspices of ACDI (Canadian Agency for International Development).
Received on 19.07.95 and accepted for publication on 16.04.96.

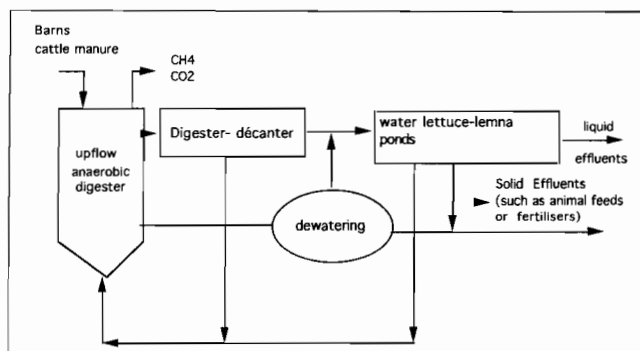


Figure 1. Schematic diagram of integrated macrophytes wastewater treatment and biogasification system.

The substrate : fresh cattle manure was obtained from the barns, carefully isolated from straw and diluted to the desired concentration.

Water lettuce has been chosen for its large productivity (19). The introduction of this plant in the system has many advantages : 1) the purification of the effluent through active absorption of organic matters and minerals (13, 16, 18); 2) its use as animal feed (5, 21, 23); 3) the enhancement of biogas production when ground and added to the fermenting substrate and 4) his esthetic aspect and its low investment (21).

This macrophyte provided from the "Exotic Gardens" in Rabat. It has been acclimated and maintained in ponds alimented by the fermentors effluent. Harvesting occurred at maximum growth of the plant which is weight, grounded and associated to cattle manure for experimentation.

The digestors : two types of digestors were employed in these studies : separate completely mixed bioreactors had been conducted at continuous mode in order to test the effect of temperature and the addition of ground water lettuce biomass. These reactors consisted of 70 liters polyethylene cylindric containers, where the temperature was kept at 35° C and 55° C $\pm$ 0,5° C by circulating water. The fermentors were operated at 15 days hydraulic retention time.

In the same way, the kinetics of water lettuce-cattle manure biomass biomethanation was studied at batch mode in 500 ml glass serum flask.

Procedures. The quantities used to start the experiments were : 26.66 kg of cattle manure diluted at 90 g liter⁻¹ and 7.3 kg of water lettuce diluted at 90 g liter⁻¹. As soon as biogas is produced, the fermentors were fed each day by 4 liters of the mixture substrate diluted at 40 g liter⁻¹. The different proportions tested were : P₁ = 12.5%; P₂ = 16.6%; P₃ = 25% and P₄ = 50% of water lettuce.

At batch mode fermentation the experiments were conducted at 35° and 55° C. The concentrations used were of 40 gl⁻¹, 50 gl⁻¹ and 80 gl⁻¹ of dry weight basis (DW) at 35° C, and of 40 gl⁻¹ and 80 gl⁻¹ of DW substrate at 55° C.

An experiment was done in the same conditions with a substrate of cattle manure alone.

Chemical analysis. Total Solids (TS) were determined by drying the samples at 105° C to constant weight; Volatile Solids (VS) were determined by combustion of dried sample at 620° C. Chemical oxygen demand (COD) and mineral content were determined according to the standards methods for water analysis (3,20). The total nitrogen (Kj-N) concentration was determined using Kjeldahl method. Volatile Fatty Acids (VFA) and gas analyses were carried out using gas chromatography. pH measurements were done with conventional glass electrodes.

Results and Discussion

Fermentation substrate characteristics :

Table I shows the relevant chemical characteristics of the substrate used, composed of cattle manure alone and mixtures of cattle manure and ground water lettuce, during the course of the experiment. It appears clearly that mixtures have higher mineral contents, with concentrations increasing with the proportion of the water lettuce biomass in the mixture. These minerals are essentially composed of phosphorous, calcium, sodium and potassium. Furthermore, the amount of nitrogen was also higher in mixture than in pure cattle manure. Nitrogen concentration was also increasing with the proportion of water lettuce in the mixture. Globally we may say that there is an enrichment of the substrate in minerals and in proteins which is provided by the water lettuce.

Table I : Characteristics of cattle manure and cattle manure-water lettuce mixtures used as substrates in the reactors. (dry weight basis)

Parameters	Cattle manure pure	Mixture substrate with proportion of w. lettuce			
		P ₁ 12.5%	P ₂ 16.6%	P ₃ 25%	P ₄ 50%
Total Solids gliter ⁻¹	16.38	36.38	36.70	36.15	38.6
V. Solids (%)	85.50	83.21	81.61	80.47	9.19
Org. carbon (%)	45.35	43.12	40.20	39.00	40.14
Cellulose (%)	32.50	26.50	24.78	24.15	29.12
Nitrogen kj. (%)	1.54	2.01	2.13	2.22	2.48
C/N	29.44	21.45	18.87	19.31	16.18
Phosph. (%)	0.50	0.45	0.64	0.881	1.16
Sodium (%)	1.00	1.57	1.85	2.10	3.60
Potassium (%)	1.05	3.42	3.35	3.45	4.85
Calcium (%)	5.25	6.325	6.35	6.35	7.05
C.O.D. mg O ₂ /l	9227	7208	8995	10151	11950
VFA mg acet.ac./l	1327	1378	1255	1239	1047
pH	6.73	6.99	7.03	7.03	7.09

Fermentation process :

Buffer property of the digester : Figure 2 shows pH variation along the whole period of fermentation for the different substrates. It can be noted from this figure that pH is maintained in a neutral zone, except fort proportion P₁, which shows at the beginning an acide pH reaching neutrality after 5-6 days. This pH variation is clearly related to the Volatile Fatty Acids (VFA) con-

centration in the mixture. This demonstrates the buffering power of the system, that can be explained by the existence of high proportion of nitrogen of which the part transformed to ammonia serves to counterbalance the sudden increase of VFA. The system may also be buffered by cations, particularly sodium and calcium which form salts with organic acids, preventing the latter form inhibiting the process by a reducing of the pH.

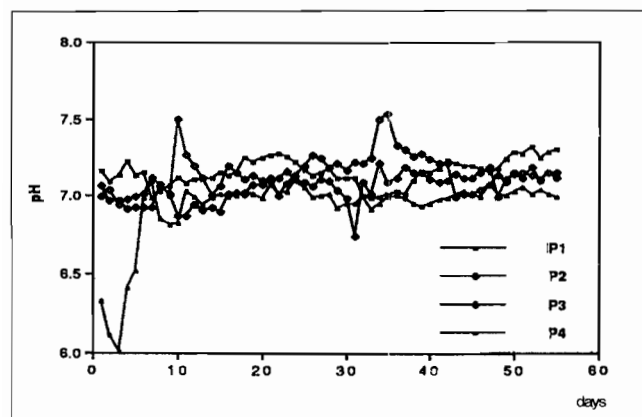


Figure 2. pH variation during fermentation of substrate composed of 4 different mixtures of cattle manure and *Pistia stratiotes* biomass at 35° C and Hydraulic Retention Time (HRT) of 15 days.

The Volatile Fatty Acids : Figure 3 describes the evolution of VFA for the 4 different mixtures substrate. It appears that the P1 substrates shows instability in the concentration of VFA fluctuating between 200 mg/l and 800 mg/l, reaching even to 1200 mg/l of acetic acid. For the proportions P₂, P₃ and P₄, we observe a very high stability. Globally it can be clearly seen that VFA concentration decreases as the proportion of the water lettuce in the mixture increases.

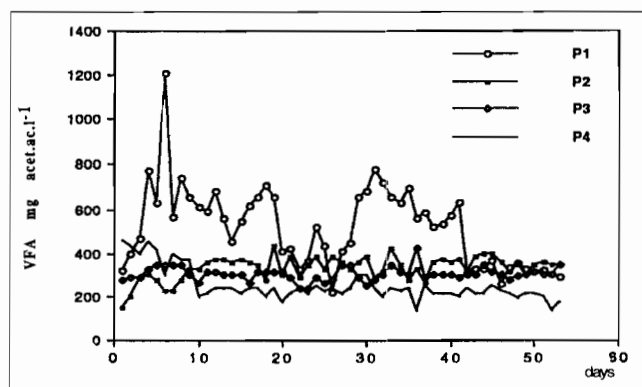


Figure 3. Volatil Fatty Acids (VFA) evolution during fermentation of substrate composed of 4 different mixtures of cattle manure and *Pistia stratiotes* at 35° C and HRT = 15 days.

Globally the VFA concentration remains low in the four mixtures and far from the toxicity limit which is 2000 mg/l acetic.ac. (22). These data show the good performance of fermentation process in the mixture substrate. However, what is worth observing, is the decrease of VFA as the plant proportion increases. This can be explained by the existence of a bacterial flora adapted to the substrate that balances the pH and enhances good degradation of VFA

leading to their depletion from the system. This is well illustrated in figure 4 showing the evolution of biogas production for the different mixture substrates. Effectively, we notice that biogas yield evolves in the reverse direction of that of VFA; the best production of biogas corresponds to the lower concentration of VFA and hence to the proportion P₄ = 50% of the plant. This confirms the fact that, for this proportion, the methanogenic activity is more important and quicker than acidogenic activity, resulting in a maximum use of the VFA, avoiding in this way, their accumulation in the bath.

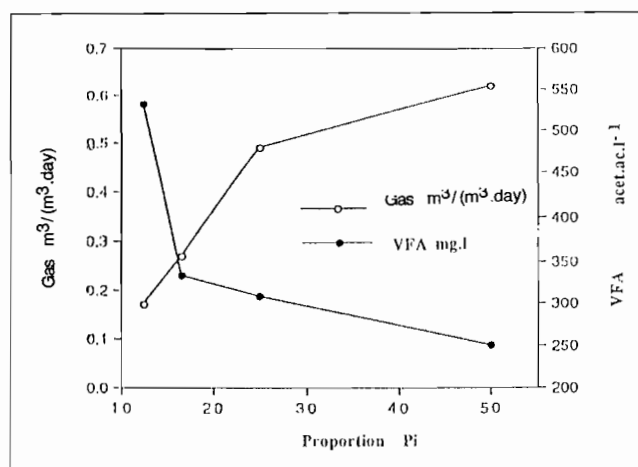


Figure 4. Biogas production and VFA evolution during fermentation of the 4 different mixtures of cattle manure and *Pistia stratiotes* at 35° C and HRT = 15 days.

Methane production and efficiency of epuration of the effluent : Figure 5 illustrates the evolution of methane content in biogas and the reduction rates of the Chemical Oxygen Demand (COD) for P₁, P₂, P₃ and P₄. It can be seen that the proportion Pi goes together with an increase in methane content in biogas and with a reduction of COD. Consequently, we can say that the best production of biogas occurred for the P₄ proportion which leads to 0.62 m³/m³.d with a methane content of 76.84% and the larger reduction rate of COD of 67%.

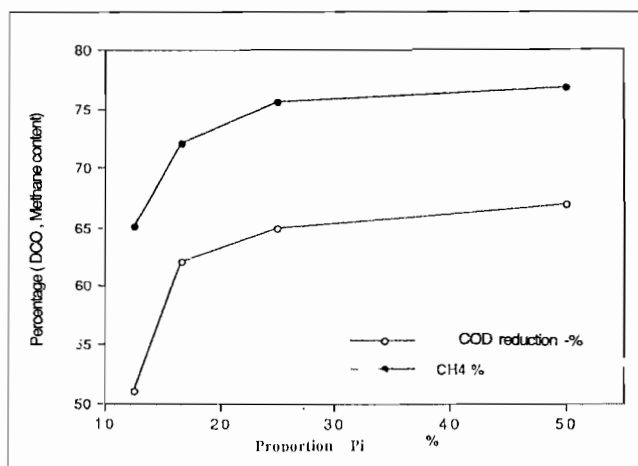


Figure 5. Evolution of Chemical Oxygen Demand (COD) reduction and methane content during fermentation of the 4 different mixtures of cattle manure and *Pistia stratiotes* at 35° C and HRT = 15 days.

The high methane content seems to come from the fact that the substrate contains important quantities of proteins parallel to that of the water lettuce proportion in the mixture. In fact, according to Hawkes (11) proteins release during the anaerobic degradation a gas with a high methane content of 84%. This value which is higher than the maximum obtained in our studies can be justified by the fact that our substrate contains in addition to proteins important quantities of sugars.

Our results confirm that the increase of water lettuce proportion in the mixture enhances methanogenic activity leading to better yield of methane with the best yield being achieved by the 50% proportion of water lettuce in the mixture. Taking into account the results obtained by the fermentation of cattle manure alone (table II), our data demonstrate an improvement of the fermentary process by the addition of water lettuce. We confirm, therefore the results obtained by *Nipanay et al.* (17) and *Abbasi et al.* (1) in their experimentation on *Pistia stratiotes* and *Madawmar et al.* (14) in their experimentation of *Eichhornia crassipes*.

Table II : Biogas yields from fermentation of pure cattle manure and cattle manure -water lettuce mixtures substrates.

Parameters	Cattle manure pure	Mixture substrates with proportion of w. lettuce			
		P ₁ 12.5%	P ₂ 16.6%	P ₃ 25%	P ₄ 50%
Biogaz m ³ /kg O.M. input	0.23	0.09	0.14	0.25	0.30
CH ₄ m ³ /kg O.M. input	0.15	0.06	0.10	0.19	0.37
CH ₄ m ³ /kg C.O.D. input	0.52	0.23	0.32	0.55	0.60

Kinetics study

The objective of this part of the study was to establish a data base for employing a kinetic model that will predict methane yield and production rate as a function of substrate concentration. These experiments provide a uniform basis for comparison of our results with those of fermentation of cattle manure alone.

The kinetic models used was developed by Monod (15), Andrews (2) and Chen and Hashimoto (6) for growth kinetic applied to bacterial growth of cattle manure in anaerobic digesters. The best fit was obtained with Monod model.

Monod Kinetic model : Because of the complexity of the bacterial process in anaerobic digestion, we considered the reactions as a one step system :

Complex organic matter + microorganism + water
→ microorganism + methane + carbon dioxide

The specific rate at which the substrate disappears can be given as the sum of three terms : one for the growth of the cells, one for product development, and another for maintenance of cells, each of them being multiplied by a stoichiometric factor Y. Thus

$$-1/X \cdot (dS/dt) = Y_{(s/x)} \mu_x + Y_{(s/p)} \mu_p + m$$

where μ_x is the specific growth rate of cells and μ_p is the specific rate of methane formation, S is the effluent

biodegradable substrate concentration (g/l) and t is the time.

Monod gave a general expression for μ with respect to the limited substrate :

Specific growth of the cells model

$$\rightarrow \mu_x = \mu_{x\max} \cdot S/(K_s + S)$$

Specific methane production model

$$\rightarrow \mu_p = \mu_{p\max} \cdot S/(K_p + S)$$

where :

$\mu_{x\max}$ is the maximum specific growth rate of cells (d⁻¹)

$\mu_{p\max}$ is the maximum specific product rate (methane) d⁻¹

K_s is the saturation constant of substrate (g/l)

K_p is the saturation constant of methane production (g/l)

The actual values of the rates of methane production, cell growth, and substrate disparition were determined by fitting our experimental data adjusted with the predicted model. The parameters of the models were determined by non linear regression and the model selected is the one possessing the smallest residual sum of square.

Table III : Kinetic constants determined during batch fermentation of cattle manure substrate and mixing of cattle manure-water lettuce substrate at 35° C.

Substrate	Cattle manure			cattle manure water lettuce mixed		
Concentration % DW	4.0	5.0	8.0	4.0	5.0	8.0
$\mu_{x\max}$ d ⁻¹	0.26	0.27	0.27	0.31	0.33	0.33
K_s g/l	40.27	54.12	64.42	22.63	33.56	51.77
$\mu_{p\max}$ d ⁻¹	0.52	0.50	0.51	0.38	1.37	1.91
K_p g/l	40.56	55.45	63.28	18.6	35.2	51.7

Table IV. Kinetic constant determined during batch fermentation of cattle manure substrate and mixing of catthe manure-water lettuce substrate at 55° C.

Substrate	Cattle manure		cattle manure water lettuce mixed	
Concentration % DW	4.0	8.0	4.0	8.0
$\mu_{x\max}$ d ⁻¹	0.62	0.64	0.54	0.61
K_s g/l	40.44	56.21	19.8	43.6
$\mu_{p\max}$ d ⁻¹	0.79	0.80	1.15	3.84
K_p g/l	40.58	58.37	25.0	23.0

Specific growth rate model:

At 35° C (table III), it is observed that the maximum specific growth rate value is no dependant of the substrate concentration, confirming in that way the results obtained in the bibliography (3, 6). Furthermore, it is lower for cattle manure substrate, showing thus, a best activity of cells in the mixture substrate. These values are not significantly different of results obtained by Chen and al. (7):0.27d⁻¹ on glucose and pepton and Henze and Harremoes (12):0.3d⁻¹ for methanogens activity. This confirms that, in our case, the methanoge-

nic activity is more important than acidogenic activity. At 55° C, the maximum specific growth rate increases with temperature (table IV). As demonstrated by Andrews and al. (3) this relation is expressed by the equation :

$$\mu_{x\max} = 0.013T - 0.129$$

Methane production rate model :

Maximum specific rate of methane formation increases with temperature and with biomass concentration. It is more important for the mixture, including thus, the positive influence of the water lettuce in the mixture. This effect is confirmed by Ks and Kp values which are higher for cattle manure used alone.

Substrate utilization model :

Table V presents the constant values for substrate utilization model for the two temperatures 35° C and 55° C. It appears that in the two cases, the growth cells yields, $Y_{X/S}$, is insignifiant in comparison of that of methane production, $Y_{X/p}$. On the other hand, it is noted that when the temperature increases $Y_{X/S}$ decreases although $Y_{X/p}$ increases, confirming thus data experimented by Madawmar et al. (14); therefore it seems that we have not any advantage to work in thermophilic zone and fermentation in mesophilic temperature would be a good alternative, for a project of design plant.

Table V. Substrate utilisation rate constant in anaerobic fermentation in batch for water lettuce alone and cattle manure-water lettuce mixture at 35° C and 55° C. (concentration : 8% DW)

Substrate	Cattle manure water lettuce mixed	
Température	35	55
Y_{Xs}	0.026	0.016
Y_{CH_4}	0.223	0.408
m	0.117	0.045
R^2	0.92	0.78

Conclusion

The addition of water lettuce biomass to cattle manure improves the fermentary process over that realized with cattle manure alone. The best results characterized by a biogas production of 0.62 m³/m³.d with a methane content of 76.8% are obtained by the proportion P₄ = 50% of water lettuce which presents a composition allowing a good activity of methanogenous bacteria, and a good equilibrium between the different flora, as indicated by the absence of environmental stress. The process is characterized by high stability, a normal running and accordingly the achievement of results of epuration associated to a satisfactory production of biogas and a high methane content in biogas.

Literature

- Abbassi S.A., Nipanay P.C. & Panholzer B., 1991, Biogas production from the aquatic weed pistia (*Pistia stratiotes*). Bioresource-Technol., Elsevier Applied Science Publisher. **37** (3), 211, 214.
- Andrews J.F., 1975, The development of a Dynamic Model and control strategies for the anaerobic digestion process. Water and Sewage Works, march 1975 : 62-65 and april 1975 : 74, 77.
- Andrews G. & Hashimoto R.L., 1982, Methane from cattle waste : effects of temperature, HTR, and influent substrate concentration of kinetic parameter (K). Biotechnology and Bioengineering, **34**, 2039, 2052.
- APHA, 1985, Standards methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington. D.C., USA.
- Charbonnel Y., 1989, "Manuel de langage à macrophytes en régions tropicales". Imprimé de l'Agence de Coopération Culturelle et Technique, France.
- Chen Y.R. & Hashimoto A.G., 1980, Substrate utilization kinetic model for biological treatment processes. Biotechnology and Bioengineering, **22**, 2081, 2095.
- Chen Y.R., Varel V.A., & Hashimoto A.G., 1981, "Anaerobic fermentation of beef cattle manure", section 2.0, document of Solar Energy. Research Institute V.S. Dept. of Agriculture. Clay Center, Nebraska.
- Dubourguier H.C., Albagnac G., & Verrier D., 1985, Methane Production Processus by Fermentation of Biomass. GE Beghi Edition. Synthetic Fuels; pp. 219-233.
- Direction de la Statistique, 1995, Annuaire Statistique du Maroc, 1995, p. 13.
- Hashimoto A.G., Chen Y.R. & Vaul V.A., 1981, "Anaerobic Fermentation of Beef Cattle Manure", section 2-0, document of Solar Energy. Research Institute; contract of VS Dept. of Energy. N° E.G. 77-C-01-4042, Serie/TR-98372-1.
- Hawkes D.L., 1980, "Factors affecting net energy production from mesophilic anaerobic digestion". The polytechnic of Wales. Pontypridd, Wales, England. 10 pages.
- Henze M. & Harremoes P., 1983, Anaerobic treatment of waste water in fixed film reactors. A literature review, Water Science and Technology, 8-9-15. Pergamon Press. 90 pp.
- Ignjatovic L. & Marjanovic P., 1986, A low cost method for nutrient removal from domestic wastewaters". Wat. Sci. Tech. **18**, 49-56.
- Madamwar D. Patel A. & Patel V., 1990, Effect of temperature and retention time recovery from water hyacinth-cattle dung. J. Ferment. Bioeng. **70**, n° 5, 340, 342.
- Monod J., 1942, Recherches sur la croissance des cultures bactériennes; Hermann et Cie; Paris.
- Nelson S.G., Smith B.D. & Best R.R., 1981, "Kinetics of nitrate and ammonium uptake by the tropical freshwater macrophyte *Pistia stratiotes*". Aquaculture, **24**, 11, 19.
- Nipanay P.C. & Panholzer M.B., 1987, Influence of temperature on Biogas production from *Pistia stratiotes*. Biol. Wastes-London, Elsevier Applied Science Publishers, **19**, (4), 267, 274.
- Reddy K.R. & Debusk T.A., 1987, "State of the art utilisation of aquatic plants in water pollution control", Water science technology, **19**, 10, 23.
- Reddy K.R., Sutton D.L., & Bowes G.E., 1983, "Biomass production of freshwater aquatic plants in Florida". Proc. Soil and crop soc., Florida, **42**, 28, 40.
- Rodier J., 1984, "L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer", 7ème édition, Dunod, Paris.
- Sauze F., 1981, "Potentiel énergétique et chimique de la biomasse aquatique. Premiers résultats de recherches en méthanisation". La technique de l'eau et de l'assainissement, **413**, 7, 23.
- Sinechal J., Installe M.J., & Nyns E.J., 1979, "Differentiation between acetate and higher volatile acids in the modelling of the anaerobic biomethanation process", Biotechnology letters, **1**, 309-314.
- Wolverton B.C. & McDonald R.C., 1981, "Energy From Vascular Plant Wastewater Treatment Systems", Economic Botany, **35**, 224-232.

Zoubida Zennaki, Moroccan, Associate professor, Dept. Fundamental Sciences, National School of Agriculture, Meknes, Morocco.

A. Zaid, Moroccan, Professor, Dept. of Biochemistry, University My Ismail, Faculty of Sciences, Meknes, Morocco.

K. Bentaya, Moroccan, Assistant, University My Ismail, Faculty of Sciences, Meknes, Morocco.

M. Boulif, Moroccan, Ph.D., Professor, Dept. of Plant Pathology, National School of Agriculture, Meknes, Morocco.

L'incidence du calendrier agricole sur l'élevage des petits ruminants dans une zone densément peuplée : cas des Hauts-Plateaux de l'ouest Cameroun

A. Téguia*¹, Y. Manjeli* & J. Tchoumboué*

Keywords : Cropping season – Small ruminants – Intense production – Densely populated area

Résumé

Sous l'effet conjugué de la pression démographique et de l'introduction de nouvelles cultures en contre saison, les sols de la région des Hauts-Plateaux de l'Ouest, y compris les terrains marginaux, sont cultivés toute l'année. La disparition des pâturages collectifs et l'impossibilité pour les chèvres et moutons de vivre en divagation au moins une partie de l'année comme par le passé, imposent aux éleveurs traditionnels de petits ruminants, une nouvelle stratégie de gestion de leurs troupeaux. Le système de production avec claustration permanente des animaux semble être la voie incontournable pour la survie de cette activité. Toutefois, la réussite d'une telle transformation du mode de gestion des troupeaux est assujettie à une meilleure maîtrise du logement et de l'alimentation, ainsi qu'une amélioration génétique du matériel animal en place.

Summary

Under the combined effect of high population density and the introduction of a second cropping season in the Western Highlands of Cameroon, the agricultural land, including marginal land, is cultivated all year round. The utilization of collective pastures for the production of staple food and the impossibility for small ruminants farmers to set their animals free for at least part of the year like in the pass, call for the adoption of a new management strategy for these animals. A production system including the permanent confinement of animals seems inevitable for the survival of this activity. However, the success of this transformation process in the management of small ruminant must be accompanied by an improvement in housing, feeding as well as genetic improvement of the existing animal material.

Introduction

Les ruminants ont longtemps fait partie du paysage agricole des Hauts-Plateaux de l'Ouest Cameroun. Sous l'influence d'une pression démographique élevée et de l'intensification des cultures, la population bovine a fortement régressé pour faire place aux petits ruminants moins consommateurs d'espace et dont l'importance dans la société traditionnelle de la région a déjà été soulignée (6). Les moutons et chèvres ont toujours vécu en harmonie avec le système de production agricole duquel ils ont tiré, jusqu'ici, une partie non négligeable de leur alimentation, notamment pendant la saison sèche lorsque les animaux sont laissés en divagation.

En période de culture, l'essentiel de leur alimentation a toujours été couverte par les jachères et les terres marginales considérées comme impropres à la culture. Toutefois, sous l'effet de l'explosion démographique, la pression sur la terre augmente et les jachères se font de plus en plus rares. En même temps que les terres marginales sont mises en culture, le développement rapide des cultures de contre-saison entrave sérieusement la mise en liberté des animaux pendant la saison sèche, ce qui rend leur alimentation plus difficile encore.

La présente étude a pour objectif d'analyser les principales conséquences des modifications du calendrier agricole sur les systèmes d'élevage des petits ruminants dans la région densément peuplée des Hauts-Plateaux de l'Ouest Cameroun.

Caractéristiques géo-climatiques de la zone d'étude

Situées entre les 5^e et 7^e degrés de latitude Nord et les 8^e et 12^e degrés de longitude Est, les hautes terres de l'Ouest Cameroun offrent un milieu original (Figure 1). Climat, sols et végétation donnent à cette région, l'ap-

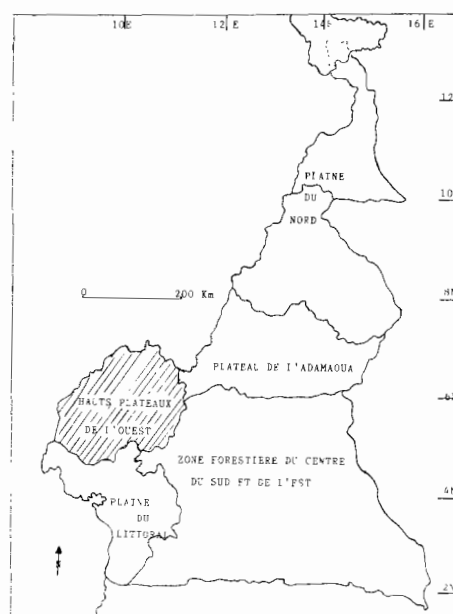


Figure 1. La région des Hauts-Plateaux de l'Ouest dans le complexe écologique du Cameroun

parence d'un "morceau d'Afrique Orientale égaré aux confins de l'Afrique Occidentale et Centrale, plutôt caractérisé par la monotonie de vastes surfaces plates" (1).

La région des Hauts-Plateaux de l'Ouest Cameroun est un ensemble de hautes terres caractérisées par un relief très diversifié dont l'altitude varie de 800 m au nord du Foumban à 2740 m au sommet du massif volcanique des Bamboutos. Les sols sont en majorité ferralitiques rouges typiques mais volcaniques par endroits, avec présence d'un horizon cendré plus ou moins épais, ce qui leur confère de bonnes aptitudes agricoles. Le climat est de type soudano-guinéen modifié par l'altitude. La pluviométrie moyenne, répartie sur une seule saison allant de mars à novembre, est de l'ordre de 1900 mm par an, avec un maxima de 2630 mm enregistré à Bamenda, et un minima de 1179 mm à Foubot. (Tableau 1)

Tableau 1 : Moyennes de 1975 à 1980 des relevés pluviométriques (mm) de quelques localités des Hauts-Plateaux de l'Ouest Cameroun (Dongmo, 1981).

	Bamenda	Dschang	Foubot
Janvier	29	21	8
Février	53	49	27
Mars	153	137	96
Avril	205	189	142
Mai	228	188	164
Juin	323	236	172
Juillet	412	228	224
Août	370	241	252
Septembre	489	333	305
Octobre	270	237	250
Novembre	79	48	67
Décembre	24	12	12
Total	2.630	1.919	1.179

La température moyenne varie de 16 à 27° C, et l'humidité relative oscille entre 40% pour les mois les plus secs (janvier-février) et 100% pour les mois les plus humides (juillet-août). Cette fraîcheur du climat empêche le déroulement normal du cycle des glossines qui exige une température moyenne optimale de 25° C et minimale de 20° C durant toute l'année (3). Cependant, les glossines se rencontrent dans les zones périphériques immédiates de la zone. La végétation originelle constituée d'une forêt de montagne a été rapidement défrichée et remplacée par des champs et des pâturages. Aujourd'hui, à l'exception de quelques galeries forestières et des bois sacrés que l'on trouve près des chefferies, rien ne rappelle cette forêt originelle.

La région des Hauts-Plateaux est fortement peuplée. La densité moyenne de population est de l'ordre de 200-250 hab/km² avec des pics atteignant 1000 hab/km² dans certaines zones. La moyenne nationale est, quant à elle, de l'ordre de 25 hab/km². Selon les dernières estimations du recensement de 1987, le taux

d'accroissement annuel de la population de cette région est de 2,5-3% par an. Ce qui suppose une plus grande demande de produits agricoles et une plus forte pression sur les terres cultivables.

Systèmes de production agricole et évolution de l'espace agraire

Situation antérieure

Productions Végétales

A l'origine, pour nourrir une population peu dense, les systèmes de production étaient fondés sur des cultures itinérantes réalisées sur brûlis et incorporant des jachères de 4 à 6 ans. Le calendrier agricole comprenait une seule campagne pluviale essentiellement de cultures vivrières s'étalant de mars à août, et une jachère de septembre à mars couvrant la saison sèche. Les feux de brousse intervenant entre décembre et mars assuraient une repousse dans les champs en jachère. Ces pâturages étaient valorisés par les ruminants (moutons, chèvres, boeufs).

Le paysage agraire dans la zone des Hauts-Plateaux de l'Ouest se caractérisait aussi par des parcelles individuelles de grande taille (2-10 ha) entourées de haies vives. L'habitat était dispersé et les paysans pratiquaient une polyculture complexe, associant sur la même parcelle une grande diversité de cultures vivrières dont les principales étaient : le maïs, le sorgho, le millet, le haricot, les arachides, le voandzou, le bananier, le manioc, le macabo, le taro, la patate douce, la pomme de terre et divers types d'igname. On y rencontrait également des arbres fruitiers tels que l'avocatier, le kolatier, et le safoutier. Le palmier raphia occupait les bas-fonds marécageux. Ces différentes cultures qui ont su résister au temps, continuent de jouer un important rôle dans l'économie de la région; ceci à l'exception du sorgho et du millet qui ont disparu vers la fin du siècle dernier.

Dans ce paysage agraire initial, trois modes d'occupation des sols se développèrent progressivement. Les sommets des collines et des montagnes étaient réservés aux pâturages collectifs; les habitats et les champs occupaient la partie inférieure des versants à faibles pentes; les bas-fonds étaient le domaine des raphiales. L'autosubsistance était assurée par l'exploitation familiale de ces trois composants de l'espace agraire. Traditionnellement, le premier cycle de culture s'étendait de mars à juillet, et le second (août-novembre) était limité aux espèces rustiques comme le haricot et la patate douce. Après les récoltes, les chèvres et moutons étaient habituellement laissés en liberté.

Elevage

Du point de vue socio-économique, le mouton était essentiellement utilisé par les musulmans lors des fêtes religieuses (Tabaski et baptêmes) alors que la chèvre était surtout utilisée dans les sacrifices et rites traditionnels des animistes (sacrifices au crâne des ancêtres, offrandes aux "Dieux", dot, cadeaux à des

1. Adresser toute correspondance à cet auteur à la B.P. 70 Dschang, Cameroun.

* Département de Zootechnie, Faculté d'Agronomie et de Sciences Agricoles, Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun.

Reçu le 04.04.96 et accepté pour publication le 25.07.96.

personnalités...). L'élevage des petits ruminants jouait également un rôle important dans l'économie de subsistance et les animaux constituaient, pour le paysan, une caisse d'épargne facilement mobilisable en période de soudure ou lorsqu'un besoin financier pressant se faisait sentir (maladie, obsèques, scolarité, ...). Malgré l'importance de ces espèces, les effectifs se réduisirent du fait de l'humanisation de l'espace rural par extension des zones de productions végétales.

La gestion traditionnelle des moutons et chèvres était de type extensif sédentaire avec divagation permanente. Avec le système d'agriculture itinérante, les jachères étaient suffisamment abondantes pour couvrir les besoins alimentaires des animaux. Pendant la saison des pluies, les animaux étaient laissés en permanence dans les pâturages collectifs clôturés où l'herbe était abondante, et n'étaient ramenés dans l'exploitation que le soir, pour être parqués dans une cour clôturée où ils passaient la nuit. En saison sèche, lorsque l'herbe s'était déjà lignifiée sur les collines, les animaux étaient descendus et placés après récoltes, dans les champs de leur propriétaire, pour profiter des résidus de culture et enrichir le sol de leurs déjections. Ils passaient alors la nuit au hasard des abris (vérandas, vieilles cases abandonnées ou tout autre abri de fortune). Les feux de brousse permettaient alors de nettoyer les pâturages des broussailles et de rajeunir l'herbe des pâturages que regagnaient les animaux dès le début des cultures. Les principales espèces fourragères rencontrées étaient : *Pennisetum purpureum*, *Pennisetum clandestinum*, *Hyparrhenia* spp, *Andropogon* spp, *Melinis minutiflora*, *Sporobolus pyramidalis*, *Imperata cylindrica*.

Dans ce système, aucune supplémentation alimentaire n'était pratiquée en dehors de quelques déchets de cuisine ou des résidus de culture dont les ruminants bénéficiaient au hasard de leur vagabondage. Les animaux des deux sexes vivaient ensemble et les croisements se faisaient au hasard de leurs rencontres.

Situation récente

Productions Végétales

Depuis la fin du siècle dernier, la colonisation a introduit deux nouvelles données dans la gestion de l'espace agricole des hauts-plateaux de l'Ouest Cameroun. D'une part, l'hygiène et la médecine moderne ont diminué l'impact des grandes épidémies et favorisé l'explosion démographique; les exploitations agricoles parce que morcelées, sont de plus petite taille (0,2 à 3 ha) avec une moyenne de 1,8 ha dans la zone de Bafou (5). D'autre part, les colons y ont imposé la culture du caféier sur les terres les plus fertiles autrefois réservées aux cultures vivrières. Plus tard, compte tenu du prestige associé à la culture du caféier, les populations locales ont favorisé l'expansion rapide de cette spéculation dans l'espace rural. Sous la conjonction de ces deux facteurs, on a assisté à une mise en valeur intensive et permanente des terres agricoles, et des sols marginaux tels que les pâturages montagnards et les bas-fonds. L'*Eucalyptus*, d'introduction coloniale, sert principalement d'arbre de bordure et représente la principale source de bois d'œuvre. Le palmier raphia

continue de jouer un rôle important dans la vie quotidienne des populations.

En plus des transformations endogènes, des projets initiés au niveau national ont également contribué à modifier le paysage agricole de la région. C'est ainsi que, récemment encore, la construction du barrage de Bamendjing a permis la mise en valeur de la plaine de Ndop pour la production du riz irrigué, pendant que la plaine des Mbo est drainée et mise en culture. Le Cameroon Development Corporation (CDC) utilise des centaines d'hectares dans la zone Bafou-Bangang pour la culture du thé. Dans un cadre du Projet Hauts-Plateaux de l'Ouest, plusieurs bas-fonds traditionnellement inexploités, parce que inondés en saison des pluies et marécageux en saison sèche, sont aménagés et utilisés pour deux ou trois cycles de cultures maraîchères (chou, pomme de terre, carotte, poireau, aubergine, ail, laitue, tomate, haricot vert ...) par an. En effet, la région offre des aptitudes climatiques favorables aux cultures d'altitude, ce qui fait des hautes terres de l'Ouest la plus grande région maraîchère du Cameroun. En général, produites en monoculture, les cultures maraîchères bénéficient des techniques de fertilisation très élaborées faisant recours aux engrais chimiques, et à l'irrigation. La production qui provient en majorité des exploitations paysannes, mais aussi de quelques exploitations industrielles dans le plateau Bamoun, alimente le marché national et international, Gabon et France en particulier.

L'évolution récente du calendrier agricole se caractérise donc essentiellement par le développement rapide de l'agriculture de contre-saison dont les principaux produits sont surtout des produits maraîchers et le haricot de contre-saison qui occupent le sol pendant la saison sèche. On note également l'intensification des cultures de second cycle installées en priorité dans les bas-fonds autrefois non cultivés et dans les zones où la présence de cours d'eau permanents rend l'irrigation possible. Dans quelques rares cas, la présence d'un puits permet de pratiquer l'agriculture de contre-saison sur d'autres parcelles; toutefois dans ce cas, les surfaces labourées sont assez modestes.

Elevage

En plus de ses rôles socio-culturels traditionnels, l'élevage des petits ruminants est de plus en plus orienté vers la commercialisation (4).

L'évolution récente de la gestion traditionnelle des petits ruminants est essentiellement liée aux mutations enregistrées dans le système agricole. Ces mutations se caractérisent par une redistribution de l'espace rural en fonction des priorités de production des paysans (Tableau 2). Des nouveaux problèmes sociaux tels que les nombreux conflits résultant de la destruction des cultures par les animaux, font leur apparition au niveau social. La gestion traditionnelle des petits ruminants se devait donc de s'adapter au nouveau système de production agricole, au risque de disparaître. C'est ainsi que l'on a assisté au développement de deux grandes variantes du système extensif traditionnel qui quelque fois se côtoient ou côtoient celui-ci : claustration saisonnière ou permanente.

Tableau 2 : Evolution (ha) de quelques éléments du système agraire en 1964 et 1985 dans quatre localités de la région des Hauts-Plateaux (adapté de Ducret *et al.*, 1987)

Villages	Feumock		Balefe		Bawouwa		Baghonto		Moyenne	
Année	1964	1985	1964	1985	1964	1985	1964	1985	1964	1985
Surface totale	230	230	93,3	93,3	117	117	369	369	202,3	202,3
Cultures annuelles	62 (27) ⁽¹⁾	132 (57)	20 (21)	18 (19)	18 (15)	15 (13)	78 (21)	120 (33)	44 (22)	71 (35)
Caféières	0 (0)	27 (12)	41 (44)	49 (53)	49 (42)	41 (35)	80 (22)	55 (15)	42 (21)	43 (21)
Pâtures et friches	128 (56)	35 (15)	17 (18)	13 (14)	30 (26)	35 (30)	169 (46)	148 (40)	86 (42)	58 (28)
Raphiales	16 (7)	0 (0)	8 (9)	6 (6)	10 (8)	9 (8)	25 (7)	17 (5)	15 (7)	8 (4)
Surfaces non agricoles ⁽²⁾	24 (10)	36 (16)	12 (13)	12 (13)	9 (8)	16 (14)	18 (5)	24 (6)	16 (8)	22 (11)
Surfaces labourées ⁽³⁾	62 (27)	159 (69)	61 (65)	67 (72)	67 (57)	56 (48)	158 (43)	174 (47)	87 (43)	114 (56)

(1) Les chiffres entre parenthèses représentent le pourcentage de la superficie totale

(2) Emprises des habitations et voies de communication

(3) Total des surfaces en caféiers et cultures annuelles

LA DIVAGATION AVEC CLAUSTRATION SAISONNIÈRE

La divagation avec claustration saisonnière pendant les périodes de culture est très répandue dans les hauts-plateaux de l'Ouest Cameroun. Ce mode de gestion est le plus adapté au calendrier agricole traditionnel. Il s'impose dans les régions où les champs vivriers côtoient les maisons d'habitation, avec absence totale des pâturages collectifs. Pendant la claustration, les animaux sont mis au piquet ou dans de petits enclos. Ils sont déplacés d'un point à l'autre à la recherche d'un nouveau pâturage non loin des cases (jachère, sommets de collines avec forte pente). Ils sont logés comme dans l'ancien système. Dès les récoltes des produits vivriers, en septembre-octobre, les animaux sont libérés pour profiter des résidus de culture. Cette période correspond aussi à la principale saison de monte. Pendant la claustration, la rareté des pâturages de bonne qualité est responsable de fortes pertes de poids vif pouvant atteindre jusqu'à 15-20% du poids observé en fin de la période de divagation. Pendant cette période, on enregistre également une mortalité élevée surtout chez les jeunes, et de faibles performances de reproduction (4). Toutefois, ce système, qui jusqu'ici a fonctionné tant bien que mal, se heurte à la généralisation d'une seconde campagne agricole entre septembre et mi-décembre. A terme, ce mode de conduite des petits ruminants devra inéluctablement évoluer vers un système de claustration permanente.

LA CLAUSTRATION PERMANENTE

Dans ce système, les animaux sont élevés en permanence en enclos ou au piquet. Ce mode d'élevage se rencontre dans les zones fortement peuplées où les sols sont occupés toute l'année par des cultures. Les parcelles individuelles étant très petites (0,2-2 ha), les jachères se font de plus en plus rares même sur les sommets de collines et les bas-fonds qui sont aména-

gés et utilisés pour les cultures de contre-saison. La complémentarité alimentaire est pratiquée par environ 75% des éleveurs de chèvres de la province de l'Ouest. Réalisée sous forme d'apport de maïs ou de déchets de cuisine (4), elle reste toutefois insuffisante. Seul le sel de cuisine est régulièrement distribué par tous les éleveurs, en particulier aux jeunes animaux et à ceux nouvellement acquis pour les habituer à leur nouveau maître. Les problèmes de malnutrition des animaux se posent encore avec acuité. Les faibles effectifs en mâles qui caractérisent le système d'élevage traditionnel (4), entraînent une faible productivité des animaux. On enregistre en moyenne une mise-bas/femelle/an. Malgré ces problèmes réels qui accompagnent l'évolution inévitable du système d'élevage traditionnel, la claustration permanente qui s'amorce encore timidement (Tableau 3), semble être le passage obligé, si la production des ovins et caprins doit survivre. Dans cette optique, la gestion des petits ruminants doit être repensée à la lumière des nouvelles données.

Tableau 3. Systèmes de gestion des troupeaux de chèvres dans la province de l'Ouest Cameroun (Manjeli *et al.*, 1994).

Départements	Divagation permanente (%)	Confinement saisonnier (%)	Confinement permanent (%)
Noun	2	93	5
Bamboutos	0	87	13
Haut-Nkam	10	83	7
Menoua	0	83	17
Mifi	0	76	24
Nde	16	84	0
Province de l'Ouest	4,67	84,33	11

Perspectives d'avenir

Il ressort de l'évolution récente du paysage agraire de la région des hauts-plateaux de l'Ouest Cameroun que la survie de l'élevage des petits ruminants dépend largement d'une évolution radicale des techniques de production vers l'intensification. L'alimentation qui semble être la contrainte majeure du système actuel devra faire l'objet d'une attention particulière. Les efforts devraient porter essentiellement sur l'inventaire, la collecte et l'utilisation judicieuse des résidus et de sous-produits agricoles. La culture fourragère avec l'introduction d'espèces améliorées (les légumineuses arbustives en particulier), devrait être envisagée dans un système de culture en couloir ou en bordure des parcelles de cultures vivrières. L'introduction des méthodes éprouvées de conservation des fourrages et des sous-produits agricoles (ensilage, foin, ...) devrait permettre d'assurer une alimentation adéquate en toute saison.

Toutefois, un programme d'alimentation rationnel ne pourrait à lui seul suffire pour relancer la production des petits ruminants sans une amélioration de la productivité individuelle des animaux, une meilleure maîtrise de la reproduction, et le développement d'un système de logement approprié des animaux. Une plus grande attention devrait également être accordée à la protection sanitaire des animaux pour limiter l'impact des maladies parasitaires qui causent de véritables ravages en milieu rural.

Conclusion

Il ressort de cette étude que sous l'effet conjugué de la pression démographique et de l'introduction des nouvelles cultures, le paysage agraire de la région des Hauts-Plateaux de l'Ouest Cameroun s'est profondément transformé ces dernières années. La disparition des pâturages collectifs et des jachères impose une évolution des techniques de production des petits ruminants vers l'intensification.

Références bibliographiques

1. Dongmo, J.L., 1981. Le dynamisme Bamiléké. Tome 1 La maîtrise de l'espace agraire. CEPER, Yaoundé, 424 p.
2. Ducret, G., Fotsing J.M., Grangeret I., Mogavero J.P. & Schafer J.L., 1987, Diversité des systèmes agraires en pays Bamiléké, Etude comparée de quatre quartiers de la chefferie Bafou (Ouest Cameroun). Centre Universitaire de Dschang. 66 p.
3. Itard, J., 1981. Les Trypanosomes Animales. In Précis de Parasitologie Vétérinaire Tropicale. Manuels et Précis d'élevage n° 10 IEMVT. Ministère de la coopération et du développement, Paris-France.
4. Manjeli, Y., Téguia, A., Njwe R.M., Tchoumboué J. & Ayong E.E., 1994. L'élevage caprin dans les Hauts-Plateaux de l'Ouest Cameroun. 3rd SRNET Biennial Conference in Kampala, Uganda, Dec. 5-9, 1994.
5. Mogavero, J.P., 1986, Typologie de structure des exploitations agricoles de Bafou (Ouest-Cameroun). Centre Universitaire de Dschang, 20 p.
6. Vallerand, F., Branckaert, R., 1975. La race ovine Djallonké au Cameroun. Potentialités zootechniques, conditions d'élevage, avenir. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 4 : 523-545.

A. Téguia : Camerounais, Ingénieur Agronome Zootechnicien, M. Sc., Chargé de cours au Département de Zootechnie de l'Université de Dschang - Cameroun.
 Y. Manjeli : Camerounais, Ingénieur Agronome Zootechnicien, Ph. D., Chargé de cours au Département de Zootechnie de l'Université de Dschang - Cameroun.
 J. Tchoumboué : Camerounais, Docteur en Médecine Vétérinaire, Agrégé de Zootechnie, Maître de conférence au Département de Zootechnie de l'Université de Dschang - Cameroun.

Peri-urban Dry Season Vegetable Production in Ibadan, Nigeria

A.A. Kintomo*, O.O. Ogunkeyede*, L.O. Ogungbaigbe*

Keywords : Management practices – Vegetable production – Peri-urban – Dry season.

Summary

Peri-urban dry season vegetable production in Ibadan is increasingly becoming important, due to its relatively recent importance as a means of producing food in the city. Information on : (1) management practices; (2) cropping systems; and (3) economics of production, was hardly available. A diagnostic study organised in the dry season of 1994/95 addresses these issues. Its results indicate that the major crops in the system are Corchorus, Amaranthus and Celosia and are grown in intercropping systems. Farmers in the systems were constrained by poor drainage systems, weeds, dearth of improved seeds and marketing, inefficient input delivery system, high cost of input, pests and diseases and unavailability of labour at critical times. However, net benefits amounts to approximately N235650/ha/season (\$ 2772). Significant and sustainable increases in productivity of the system could be achieved with the use of integrated water, crop, soil and pest management systems together with efficient input delivery systems.

Résumé

La production alimentaire péri-urbaine pendant la saison sèche à Ibadan devient de plus en plus importante. Les informations sur : (1) les méthodes d'exploitation, (2) les systèmes de culture et (3) la production économique, étaient à peine disponibles. Une étude diagnostique de ces sujets a été organisée pendant la saison sèche de 1994/95. Les résultats montrent que les cultures principales dans le système étaient Corchorus, Amaranthus et Celosia et qu'elles sont cultivées en utilisant le système de culture dérobée. Dans ce type de système, les fermiers sont handicapés par un mauvais drainage, les mauvaises herbes, la pénurie de semences améliorées et la commercialisation inefficace, un faible système de distribution des facteurs de production, des prix élevés des intrants, des pestes et maladies et le manque de main d'œuvre au moment opportun. Cependant les bénéfices nets se sont élevés aux environs de N235650/ha (\$ 2772). Un accroissement significatif et soutenable dans la productivité du système ne pourrait être obtenu que dans un système de gestion intégrée de l'eau, des cultures, du sol et des ravageurs avec une distribution adéquate des facteurs de production.

Introduction

Throughout sub-Saharan Africa, increasing population pressures, coupled with declining economic fortune of most countries has led to increased agricultural production within the precincts of major cities. For the urban majority of poor people in Africa, food is turning into a very expensive commodity. In 1990, households in nearly half of the developing countries largest cities were spending 50-80% of their average income on food (4). When it comes to food, poor people in cities have fewer coping strategies than rural inhabitants. Price surveys of developing countries have shown that city dwellers pay between 10-30% more for their food than rural dwellers. This has therefore led to renewed interest in urban agriculture (4).

The practice of producing food in the cities dates back to Inca, Aztec and Maya cities, early Japanese and Indus settlements and towns of Tigris and Euphrate. In present days, more advanced urban agriculture is typically found in Asian cities where policy makers and planners have for some time accepted and promoted food production as a critical urban function. In Nigeria, peri-urban agriculture has been expanding since the late 1980s in many cities. Multiple factors came into play : rapid urbanization, ineffective agricultural policies, cripple food distribution systems, withdrawal of

subsidies, reduction of wages, inflation, unemployment and lax urban regulations among other factors.

Vegetable production is one of the most important enterprises of peri-urban production systems in Nigeria because vegetables are an important component of human diet and they can be easily cultivated on small areas. Furthermore, they are efficient sources of many micronutrients both in unit cost of production and per unit area of land. Whereas the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) and the World Health Organization (WHO) recommend a daily vegetable intake of 200 g per person, the Nigerian national average is well below this value (2). This inadequate intake of fresh vegetables may further be worsened during the dry season when moisture availability limits the area and quantity of vegetables that can be grown and supplied to the urban centers.

The presence of virtually assured markets in urban areas, with their high concentration of people dependent on purchases for most of their food need, is very conducive to intensive vegetable production close to cities. Increased peri-urban vegetable production by small scale farmers close to major urban centers could significantly increase the availability of vegetables in

*. National Horticultural Research Institute, P.M.B. 5432 - Ibadan, Nigeria.
Received on 23.01.96 and accepted for publication on 31.07.96.

urban markets, reduce malnutrition, and transportation costs, minimize produce spoilage, while at the same time provide farmers with an assured source of income (1). These developments could also lead to increased employment for rural and urban people, particularly women (3).

Ibadan is one of the most populous indigenous cities in sub-Saharan Africa with an estimated population of over 2 million people (7). The city depends to a large extent on small scale vegetable producers located within and around the city especially in the dry season for its daily supply of vegetables.

To provide an adequate supply of vegetables to a rapidly growing city such as Ibadan, reliable information is needed, to provide a detailed description of vegetable growing practices in the peri-urban belt of Ibadan. This preliminary study was, therefore, designed to : describe cultivation methods, provide estimates of production costs and profitability of peri-urban vegetable production, investigate production constraints faced by peri-urban vegetable growers (including those of agronomic and pedological nature) and identify opportunities for improving the system.

Material and Methods

The study was conducted during January and February 1995 in and around Ibadan City. Ibadan is located in the humid forest/moist savanna transition zone (210 meter above sea level, 7° 30'N, 3° 54'E). Annual rainfall pattern is bimodal, with about 120-128 rainy days, and it amounts to 1200-1400 mm. Rains usually begin in April and end in November, with a mid season dry spell in July and August. November to April is the dry season. Total class A pan evaporation is 1550-1500 mm per annum. Annual mean, maximum and minimum temperatures are 24-29° C, 27-34° C, and 20-30° C, respectively. Mean relative humidity is 64-83%. The locations studied included Ajao, Awostream, Eleyele and Kongi-Bodija. These locations were chosen because they represented the typical urban vegetable production systems within and around Ibadan. Seventy farmers randomly selected within the study area were interviewed using a combination of structured open ended questionnaires and informal yet structured rapid rural appraisal of the major vegetable production systems. The survey team was made up of agronomists, extension agronomists, socio-economists and the extension agents in the respective extension blocks of the Oyo state agricultural development project (OYSADEP) Ibadan zone.

Through these approaches, general description of the system, the cropping systems, the management, productivity and the constraints facing the systems were investigated.

Results

Background Information and Farm Features of peri-urban dry season Vegetable Production System in Ibadan.

Farms studied ranged between 0.01-0.03 ha in size. Farms were relatively smaller within the city (Kongi-Bodija) than on the outskirt e.g. Awostream (Table 1).

Majority of the respondents were part time farmers i.e. they were either farmers who cultivate food crops during the rainy season, artisans, unemployed youths, civil servants and/or immigrant farmers who decided to augment their income from these off-season activities. Ninety six percent of the operators were tenants and their plots are rented annually either from landowners (Eleyele, Kongi-Bodija) or from government (Ajao).

Table 1. Background information and farm features of peri-urban dry season vegetable production system in Ibadan.

	Location			
	Ajao	Awostream	Eleyele	Kongi-Bodija
Number of farms sampled	12	22	18	18
Average farm size (ha)	0.01-0.25	0.03-0.30	0.01-0.3	0.01-0.1
Number of respondents				
Gender profile				
Male	9	20	17	18
Female	3	2	1	-
Farmers disposition (%)				
Part time	83	87	68	92
Full time	17	13	32	8
Tenure status (%)				
owner	-	10	-	-
cultivators	100	90	100	100

System Components

Peri-urban dry season vegetable production in Ibadan takes place in inland valleys between October and May of each year. Thereafter, most of the farms become flooded because of early rains. Land clearing is carried out in October, followed by planting operations. Plantings are either on ridges or raised beds depending on the depth of the water table and time of the year. A typical cropping calendar for the systems is shown in Figure 1.

Crop	Crop cycle	October	November	December	January	February	March	April	May
1. Cereals	1 2 3								
2. Amaranthus	1 2 3								
3. Celosia	1 2								
4. Okra	1								
5. Egg Plant	1								
6. Tomato	1								
7. Pepper	1								

Figure 1. Vegetable crop calendar during the dry season in peri-urban production system in Ibadan.

Three to four cropping cycles of a particular vegetable is common depending on growth duration, other crops in the mixture and market preferences. Ninety six per cent of the farmers source(s) their seeds from their own reserve or at local markets within the city. Direct seeding of the vegetables is adopted by the majority of farmers, except for chilli pepper and tomato. High seeding rates are also employed to safeguard against poor viability of seeds because of doubtful seed quality and to suppress weeds (Table 2).

Table 2. Typical seeding rate of leafy vegetables in the peri-urban system in Ibadan.

Vegetables	Quantity of seed used (kg/ha)	NIHORT ¹ recommendation (kg/ha)
<i>Corchorus olitorius</i>	60-75	5-8
<i>Amaranthus cruentus</i>	8-10	1.5
<i>Celosia argentea</i>	10-15	2.0

¹ NIHORT – National Horticultural Research Institute production guide for respective vegetable

Source : (6)

Crops planted

The major crops cultivated are *Corchorus*, leafy *Amaranthus* and *Celosia* in that order (Table 3).

Table 3. Relative abundance of vegetables (% of farmers) within the peri-urban system in Ibadan.

Crops	Location				Systems Average
	Ajao	Awo-stream	Eleyele	Kongi-Bodija	
n	12	22	18	18	70
Corchorus (<i>Corchorus olitorius</i>)	100	100	100	100	100
Amaranthus (<i>Amaranthus cruentus</i>)	100	100	100	100	100
Celosia (<i>Celosia argentea</i>)	100	64	54	50	67
Okra (<i>Abelmoschus esculentus</i>)	33	59	39	*	33
Egg plant (<i>Solanum gilo</i>)	25	*	*	*	6
Tomato (<i>Lycopersicon esculentus</i>)	33	*	28	*	15
Pepper (<i>Capsicum annum</i>)	*	*	44	*	11

* = indicate no response

n = number of respondent

Cropping Systems

The majority of farmers (89%) practices one form of intercropping or the other, depending on the types of crop grown and time of the year. The dominant intercropping systems are presented in Table 4.

Table 4. Common vegetable - crops combination in the peri-urban system in Ibadan.

Locations	Mixtures
Ajao	Corchorus + Amaranthus Corchorus + Soyabeans Celosia + Okra + Egg plant Okra + Celosia + Maize + Amaranthus Tomato + Amaranthus
Awo Stream	Corchorus + Amaranthus Corchorus + Okra Okra + Celosia + Maize Corchorus + Maize + Amaranthus + Pepper
Eleyele	Corchorus + Amaranthus Corchorus + Amaranthus + Okra Celosia + Amaranthus + Tomato Corchorus + Celosia + Egg plant + Pepper
Kongi-Bodija	Amaranthus + Corchorus Amaranthus + Celosia

System Management

Weeding

Weeding is carried out either with hoe or by hand pulling, depending on the crops grown and cropping systems. For example, hand pulling is carried out when leafy vegetables, such as *Corchorus* and *Amaranthus*, are intercropped because their seeds are broadcast at high density.

Water management

Water management involves the digging of drainage channels for excess water, especially at the beginning of the cropping season (October) when the water table is high. Other methods include the construction of raised beds or heaps and digging of water holes or shallow wells to get water. Water is supplied manually with buckets, watering cans or with the aid of a portable petrol water pump during the peak of the dry season especially from March to April.

Soil Fertility

Soil fertility is managed either by depending on native fertility of the soil or by the application of inorganic fertilizer mainly (NPK 15-15-15), especially on plots that carry *Corchorus/Amaranthus* and are cropped for up to three to four cycles before the end of the season. Fertilizer rates in such system range from 300-900 NPK/ha per season.

Pests and Diseases

The incidence of pests especially leaf eating insects are relatively higher compared to diseases. Pests and diseases are controlled by the application of pesticides and the use of natural plant products, such as wood ash mixed with water, ripe papaya fruits mixed with water etc. depending on the severity of infestations.

Harvesting

Leafy vegetables are harvested by uprooting about three times starting 30 days after planting. The interval

between each harvest date is approximately one week. Fruit vegetables e.g. Okra (*Abelmoschus esculentus*), is harvested when nature depending on the variety.

Labour

Farmers either manage the field themselves, use family labour or hire labour for various field operations. Labour used varies from 3000-10.000 man h/ha, with initial clearing operations, construction of drainage channels and seed bed preparations accounting for this high labour use.

Marketing and Input-Output Relationships

Farmers sell their produce either through : (1) market women; (2) by taking the produce directly to the market individually; or (3) through the sale of standing crop to market women.

Table 5 shows the crop budget of *Corchorus*/leafy *Amaranthus* intercrop, the dominant intercropping system in the peri-urban system in Ibadan. Total input costs in this system are N22.950/ha/season. The cost of seeds amounts to 55% of the total physical input costs. Besides physical inputs, *Corchorus*/*Amaranthus* cultivation also requires an intensive use of labour. Total labour costs of this system is N20.400 ha of which 61% is incurred during land preparation. The total costs of *Corchorus*/*Amaranthus* cultivation (physical input + labour input) is N43.350/ha. Gross benefits amount to N279.000/ha. The net benefit is therefore N235.650/ha (Table 5).

Table 5. Crop budget (N per/ha) for *Amaranthus*/*Corchorus* cultivation in the peri-urban system in Ibadan.

	Quantity	Price (N/unit)	Value (N)/ha
A. Physical inputs			
1. Seeds (kg)			
- <i>Amaranthus</i>	10	150	1 500
- <i>Corchorus</i>	75	150	11 250
2. Cost of fertilizer			
NPK 15-15-15 (kg)	900	500	9 000
4. Agrochemical			
- Cymbush (1)	1	600	600
5. Tenancy cost (ha)	1	600	600
Total inputs cost			22 950
B. Labour (hours)			
6. Land preparation	2 000	6,25	12 500
7. Bed preparation	160	6,25	1 000
8. Planting	280	6,25	1 750
9. Weeding	344	6,25	2 150
10. Harvesting	480	6,25	3 000
Total labour cost			20 400
Total cost (A+B)			43 350
C. Output/gross benefits			279 000
D. Gross margin (C-A)			256 050
E. Net benefits (C-A-B)			235 650

Note : 85 Nigeria Naira (N) = 1 US \$

Farmers' Aspirations Concerning Vegetables

At Awo stream, Ajao, Kongi-Bodija and Eleyele 89, 93, 74 and 80% respectively of the farmeres planned to cultivate vegetables or increase their holdings during the dry season in the future. Whereas farmers in Ajao and Eleyele grow vegetables for both home consumption and sale, those of Kongi-Bodija cultivate vegetables mainly for sale (Table 6). Vegetable preferences varied slightly with location but *Corchorus*, *Amaranthus* and *Celosia* were the common favourites (Figure 2).

Table 6. Reason for growing dry season vegetables (% of farmers) in the peri-urban system in Ibadan.

System	Location				Average
	Ajao	Awo-stream	Eleyele	Kongi-Bodija	
n	12	22	18	18	70
Home consumption	31	17	24	0	18
Sale	69	83	76	100	82

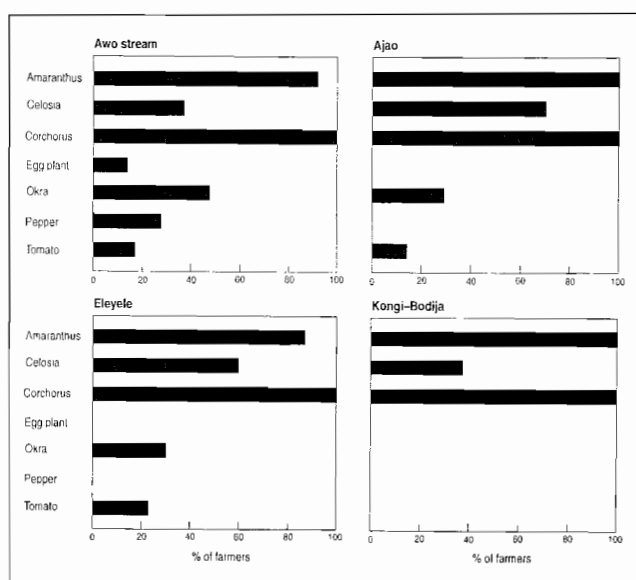


Figure 2. Vegetable crop preferences by farmers in peri-urban production system in Ibadan.

Constraints

Despite the enthusiasm showed by the farmers with respect to dry season vegetable production within the peri-urban system, farmers in the system were constrained by some problems (Table 7). These include among others : high cost of input, dearth of improved seeds and marketing, weeds, poor drainage system, inefficient input delivery system, lack of appropriate management system, etc. (Table 7).

Table 7. Relative importance of constraints (% of farmers) to dry season vegetable growing in the peri-urban system in Ibadan.

Constraint	Location				Systems Average
	Ajao	Awo-stream	Eleyele	Kongi-Bodija	
n	12	22	18	18	70
Abiotic					
Water management/poor drainage system	83	86	78	77	81
Biotic					
Pests and diseases	75	32	72	61	60
Weed	83	91	89	78	85
Socio-economic					
unavailability of labour at critical time	75	86	44	39	61
Lack of capital for initial establishment	50	82	77	61	68
Land shortages	25	32	39	61	39
Dearth of improved seeds and marketing	100	100	100	100	100
Inefficient input delivery system	83	77	72	67	75
High cost of input	100	100	100	100	100
Poor coverage and quality of extension services	42	36	83	89	63
Lack of appropriate management technologies	58	82	78	83	75

Discussion

Peri-urban agriculture has several advantages if the potentials are fully utilised especially in areas with high population density, like Ibadan. From this study, it is clear that farmers in this system try to maximize their resources amidst several abiotic and biotic stresses, and socio-economic constraints.

The preponderance of leafy vegetables over fruit vegetables suggests that leafy vegetables should be the target of research effort to improve the system.

Furthermore they have shorter growth duration (< 50 days) enabling farmers to have up to three crop cycles before the rainy season. This also allow farmers to defray costs they incur in establishing fields at the beginning of each cropping season. Presently in Nigeria, fruit vegetables like tomatoes and peppers that have longer shelf lives than most leafy vegetables are grown in commercial quantities in large irrigation schemes in the north during the dry season and are then transported to the urban centers in the south. Hence it is economically wise, and also for nutritive purposes for the farmer to cultivate leafy vegetables that have shelf life of less than 48 h close to the urban markets in Ibadan.

Peri-urban dry season vegetable production takes place in inland valleys. As a result, appropriate water management or drainage system is an important component of an ecologically sustainable dry season vegetable production. However, the cost of developing this system on individual farmer basis is very high because

of land tenure systems. Therefore, the operation of the National Fadama Project, the authority that has the mandate to develop inland valleys in Nigeria should be integrated to cover urban production systems. In areas prone to drought, boreholes, wash tubes or tube wells could be sunk to complement natural recharge towards the end of the season, when water shortage becomes acute. Research initiatives to improve this system should therefore focus on :

- (1) physical characterization of inland valleys with respect to their potentials;
- (2) development of appropriate drainage/water management or conservation systems; and
- (3) breeding for water use efficiency in leafy vegetables.

Diseases and pests particularly reduce yield and quality of produce but most vegetable growers suffer from lack of information about pests and diseases and their management, while integrated pest management practices are practically unknown. Research efforts should therefore focus on environmentally friendly ways of producing vegetables such as pesticide-free farming. In recent years pesticide free cultivation of vegetables has received increased attention due to rising awareness among consumers regarding the adverse impact of excessive use of pesticides on human health. This is of particular importance because short season leafy vegetables are the dominant types within the peri-urban system in this study. Short season vegetables usually have pesticides residues at harvest since little time exists for pesticide degradation in the system (1).

Indiscriminate use of pesticides could also be sources of pollution of water both for industrial and domestic uses. For example at Eleyele, farmers cultivate the basin of the Eleyele dam which is the source of raw water of Eleyele water works that supply treated water for about a quarter of the population of Ibadan. Indiscriminate use of pesticides at Eleyele basin could, therefore, pose serious health hazard in the long run. Farmers should therefore be trained on the technology of using pesticides. Weeds have long been recognized as a serious limiting factor to dry season vegetable production in the inland valley systems in general (5). The rational approach in this system would be to adopt integrated weed management systems (IWM). Current weed control practices by farmers also need to be studied and improved upon.

Labour shortages in this system suggest that vegetable growing has to compete with other urban activities reducing labour. Critical labour shortage could be reduced by reducing drugery of operations, especially labour required to clear the plots and for the construction of drainage channels at the beginning of the cropping season could be mechanized.

The input delivery system is inefficient resulting in scarcities or even lack of inputs at critical times and high cost for the farmers. This is more serious with respect to the cost of fertilizers. The state has the monopoly of fertilizer distribution and marketing in Nigeria. The system needs to be privatized to allow efficient allocation of resources. Furthermore, the use of inorganic fertilizers should be complemented with

organic manures e.g. the use of composted household refuse that is generated in sufficient quantities within Ibadan metropolis. This would enhance nutrient recycling since leafy vegetable production is a potential source of export of nutrient from the system. Seed quality and availability also represent major difficulties within the peri-urban system. Therefore credible seed certification and marketing should be encouraged by the government so that stable yielding varieties, with durable pest resistance could be made available to farmers to increase the productivity of the system.

Despite all these constraints however, the net benefit obtained from this system still seems to be an attractive return relative to maize/cassava intercrop, the dominant cropping system in rural area of this zone.

Conclusion

Peri-urban dry season vegetable production has high potential in Ibadan. Significant and sustainable increases in the productivity of the system could be achieved with the use of integrated water, crop, soil and pest management practices including organic and inorganic soil management, manual, cultural and chemical weed management and efficient input delivery systems.

Acknowledgement

We thank the authority of the National Horticultural Research Institute (NIHORT), Nigeria for providing the financial support to carry out the study.

Literature

1. AVRDC. 1993. AVRDC 1994 Progress Report. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Taiwan, Taiwan (ROC). 537 pp.
2. FAO. 1991. Food Balance Sheets, 1984-86 Average Rome, Italy.
3. Hayami, Y., Kawagoe, T., Yokoyama, S., Bagyo, A.S., & Zakaria, A.K. 1990. Marketing innovation for vegetables : Conditions of Diversification in Upland Farming. ESCAP CGPRT Center and Bogor Research Institute for food crop, Indonesia, 120 pp.
4. IDRC. 1993. Farming in the city. The rise of Urban Agriculture. International Research development Center of Canada, vol. 12, 3, 1-24.
5. Izac, AM.N., Swift, M.J. & Andriesse, W., 1991. A strategy for inland valley agroecosystems research in West and Central Africa. Resource and Crop Management Program. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria, 22 pp.
6. NIHORT. 1985. National Horticultural Research Institute. Guide to the production of *Amaranthus telfairia* and *Corchorus*.
7. NPC 1991. National Population Commission. Provisional census results for Nigeria 1991.

A.A. Kintomo : Nigerian. Ph. D. in Agronomy (University of Ibadan, Nigeria) : Agronomist Farming Systems Division NIHORT.
 O.O. Ogunkeyede : Nigerian. M. Sc. in Agronomy (University of Ibadan, Nigeria) . Agronomist Farming Systems Division NIHORT.
 L.O. Ogungbaigbe : Nigerian. M. Sc. in Agronomy (University of Ibadan, Nigeria) · Head of Extension Division NIHORT.

In Memoriam

G. Chauvaux

Le Conseil d'Administration, le Comité de Rédaction d'Agri-Overseas/Tropicultura, et son secrétariat ont le profond regret de vous annoncer le décès inopiné de

Monsieur **Guy Chauvaux**,

survenu le lundi 18 janvier 1999,

et présentent à la famille leurs très sincères condoléances.

De Raad van Beheer, het Redactiecomité van Agri-Overseas/Tropicultura, en de Secretariaat melden U met diepe droefheid het plotse overlijden van

de heer **Guy Chauvaux**

op maandag 18 januari 1999,

en bieden aan de familie hun oprecht medeleven aan.

Effet de *Leucaena leucocephala*, des fientes de volaille ou du fumier de bovins sur la productivité du maïs cultivé sur "terre de barre" au sud Bénin

N. Mallouhi* & J.P. Bioyara**

Keywords : Feralitic soil – *Leucaena*'s – Poultry manure – Cattle manure – Inorganic component – Productivity – Maize.

Résumé

Notre travail a consisté en l'étude de l'arrière-effet d'émondes de *leucaena* et de fientes de volaille enfouies l'année précédente ainsi que de l'effet direct du fumier de bovin et son interaction avec les émondes de *leucaena* sur la productivité du maïs cultivé sur sol ferrallitique "terre de barre".

- Le mélange émondes de *leucaena* + fientes a eu un arrière-effet positif, en augmentant significativement (9%) le rendement en épis frais et en grains par rapport au sol témoin et aux autres traitements dans les parcelles hors couloirs.

- L'apport de 5 t/ha de fumier de bovin s'est révélé insuffisant. Par contre le mélange émondes de *leucaena* + fumier a donné les résultats les plus intéressants soit concernant les propriétés du sol comme le taux de la matière organique et la capacité totale d'échange soit au niveau des rendements où les résultats obtenus sur ce traitement sont significativement supérieurs au niveau 5% par rapport aux autres traitements. Ceci met l'accent sur l'importance de l'apport d'une matière organique équilibrée au sol enrichissant celui-ci en humus et en éléments minéraux.

Summary

Our work has consisted on the study of post-effect of *Leucaena*'s prunings and poultry manure buried last year and also on the study of the direct effect of cattle manure and its interaction with *Leucaena*'s pruning on maize productivity on feralitic soil "terre de barre".

- The mixture of *Leucaena*'s prunings and poultry manure had positive post-effect giving a yield of fresh ears and grains significantly higher (9%) to the reference and other treatments in the plots over the alley.

- The supply of 5 t/ha of cattle manure appears insufficient. On the other hand the mixture of *Leucaena*'s prunings and cattle manure gave the best results related to the soil's properties such as organic matter's content or total exchange capacity of the soil and also concerning the yields. In this case we notice that all the results are significantly higher to the other treatments. These results emphasize the importance of a supply of organic matter's to the soil thereby fertilizing it in humus and mineral elements.

Introduction

La culture itinérante, pratique fondée sur la mise en jachère des terres exploitées durant plusieurs années était jusqu'à une date récente le système de production vivrière au sud-Bénin. L'explosion démographique avec un taux de croissance de l'ordre de 3% en 1992 (1), a entraîné la surexploitation des terres et le raccourcissement des périodes de jachère; ce qui entraîne fatalement la dégradation rapide de la productivité des terres.

Il devient dès lors indispensable de mettre au point un système de valorisation de la fertilité du sol, tout en assurant la pérennité culturale. A cet égard la culture en couloirs ou jachère améliorée constitue une technique culturale à développer.

Notre travail a consisté en l'étude de l'arrière-effet d'émondes de *Leucaena leucocephala* et de fientes de volaille enfouies sur 0-20 cm en 1992 par notre collègue Edou sur des parcelles en couloirs de *Leucaena*

et en dehors des couloirs ainsi que celle de l'effet direct du fumier de bovin et de son interaction avec les émondes de *Leucaena* sur la productivité du maïs cultivé sur sol ferrallitique "terre de barre". L'objectif visé est de voir dans quelle mesure diminuer le temps de travail du producteur agricole dans le processus d'apport de fumures organiques au sol et d'élargir la gamme de matières organiques à apporter au sol.

Matériel et méthodes

Sol:

Le sol du site expérimental a une texture sablo-limo-neuse (Tableau 1); il est acide (pH = 5,81), sa teneur en matière organique (M.O.) est faible; la capacité d'échange cationique (CEC) est faible, d'où la nécessité d'un apport organique pour valoriser ces deux paramètres, ce qui limiterait aussi le lessivage.

* Faculté des Sciences agronomiques, B.P. 01-3128, Cotonou, Bénin.

** Laboratoire des Sciences du Sol, B.P. 01-3128, Cotonou, Bénin.

Reçu le 11.04.95 et accepté pour publication le 23.08.96.

Tableau 2 : Résultats d'analyses typologiques des matières organiques apportées.

	pH, eau 1:5	Matière orga (%)	C. orga (%)	Azote (%)	C/N	Ca ²⁺ mg/kg	Mg ²⁺ mg/kg	K+ mg/kg
Emondes de <i>Leucaena</i>	5,63	71,55	41,60	0,70	59,43	183,53	625,30	155,87
Fiente de volaille	7,83	37,27	21,67	1,83	11,84	416,4	25,64	94,37
Fumier de bovin	8,02	73,63	42,80	1,96	21,84			

A préciser que la largeur de couloir était de 4 m.

Résultats et discussions

EVOLUTION DES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES SOLS

Réaction du sol : pH

D'après le tableau 3, nous constatons que les sols sont acides (pH, autour de 6) et le pH varie peu dans le temps. Toutes les diminutions du pH sont inférieures à une unité entre le deuxième et huitième mois après l'enfouissement des matières organiques. Les légères diminutions constatées sont certainement liées au lessivage et à l'absorption par les racines de manioc des éléments nutritifs comme le Ca²⁺.

Les diminutions constatées nous amènent à dire que le pH de ces sols doit être surveillé et qu'à moyen terme, un léger chaulage (2 à 3 tonnes de CaCO₃/ha) serait nécessaire.

Taux de matières organiques

D'après le tableau 3 les haies de *Leucaena* après sept ans d'installation ont pu relever le taux de matière organique des différents parcelles en couloirs d'au moins 25% par rapport au témoin sans couloir**. Ceci

témoigne donc de l'efficacité de cette technique dans la restauration des réserves humiques du sol.

Enfin dans les parcelles enrichies en fumier et en *Leucaena* + fumier, le taux de matière organique s'est accru de 20 à 27,6% respectivement par rapport au témoin.

Teneur en azote

D'après le tableau 3, l'apport du mélange émondes de *Leucaena* + fientes a valorisé le taux d'azote ainsi que l'avait remarqué Edou (1). Cette valorisation de l'azote reste en général perceptible un an après l'enfouissement des substances organiques. Ceci est d'ailleurs conforme aux résultats obtenus par Mallouhi (4) travaillant sur sols ferrugineux tropicaux à l'aide d'un mélange fientes + tourbes. La diminution du taux d'azote dans le deuxième et le huitième mois après l'enfouissement de la matière organique en raison de l'absorption de cet élément par les plantes et la baisse du taux d'humus et le lessivage.

L'apport du fumier de bovin a également pu augmenter le taux d'azote des parcelles par rapport au témoin : 13% et 29% respectivement pour les parcelles enrichies en fumier et en *Leucaena* + fumier.

Tableau 3 : Principales caractéristiques des sols

		pH : 1:2,5				M.O.* (4)	AZOTE (4)
		(3) eau (4)	(3) KCL (4)			%	%°
Témoin S.C. (1)	(A)	5,92	5,81	4,78	4,85	1,94	0,38
+ <i>Leucaena</i> S.C.	(B)	5,95	5,61	4,79	4,82	2,01	0,36
+ Fientes S.C.	(C)	6,17	5,88	5,10	5,00	2,13	0,39
+ <i>Leucaena</i> A.C. (2)	(D)	6,10	5,88	5,04	4,91	2,06	0,41
+ <i>Leucaena</i> + Fientes A.C.	(E)	5,94	5,54	4,60	4,74	2,51	0,52
+ <i>Leucaena</i> + Fientes + Canaux A.C.	(F)	5,92	5,42	4,64	4,55	2,42	0,46
+ Fumier S.C.	(G)	6,04	5,62	4,99	4,96	2,56	0,59
+ <i>Leucaena</i> + Fumier S.C.	(H)	5,97	5,48	4,86	4,67	2,51	0,51
+ Fumier S.C.	(I)	-	5,86	-	4,90	2,41	0,43
+ <i>Leucaena</i> + Fumier S.C.	(J)	-	5,91	-	4,91	2,59	0,49

* M.O. : Matière organique

(1) : S.C. : Sans couloir

(2) : A.C. : Avec couloirs

(3) : Résultats d'analyses obtenus par notre collègue Edou (2)

(4) : nos résultats

RÉPONSE DE LA CROISSANCE DES PLANTS AUX INTRANTS

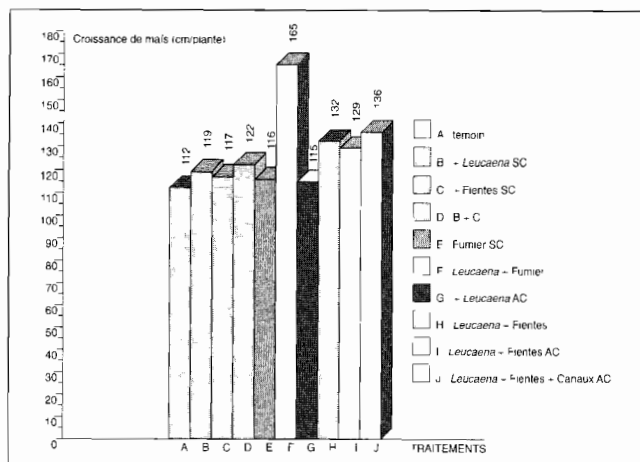


Figure 2 : Impact des engrais biologiques sur la croissance du maïs (cm/plante)

D'après la figure 2, nous constatons que l'arrière-effet du mélange *Leucaena* + fientes sur la croissance temporelle des plantes est significativement positif, par rapport aux autres traitements en dehors des couloirs au seuil de 5% six semaines après le semis et que cela persiste d'ailleurs jusqu'à la fin de la période de végétation.

Les canaux* ont accentué cet effet dans les couloirs où nous avons remarqué un important développement végétatif; l'effet est d'ailleurs significativement positif au seuil de 5% à partir de la 4ème semaine après le semis. Ceci est vraisemblablement dû au fait que les canaux ont réduit la concurrence en éléments nutritifs entre les haies et les plantes de maïs.

L'impact des traitements (+ fumier) et (+ *Leucaena* + fumier) est significativement positif par rapport au témoin quatre semaines après le semis.

IMPACT D'INTRANTS SUR LE RENDEMENT

D'après la figure 3, nous constatons que le poids moyen d'épis frais obtenus sur le traitement (+ *Leucaena* + fientes) en dehors des couloirs est significativement supérieur par rapport aux autres traitements. Ceci confirme l'interaction positive entre les deux substrats organiques constatée déjà au niveau de la croissance. Ce résultat est confirmé par les données obtenues avec le même traitement en couloirs où le poids des épis est significativement supérieur à celui obtenu en présence de *Leucaena* seul.

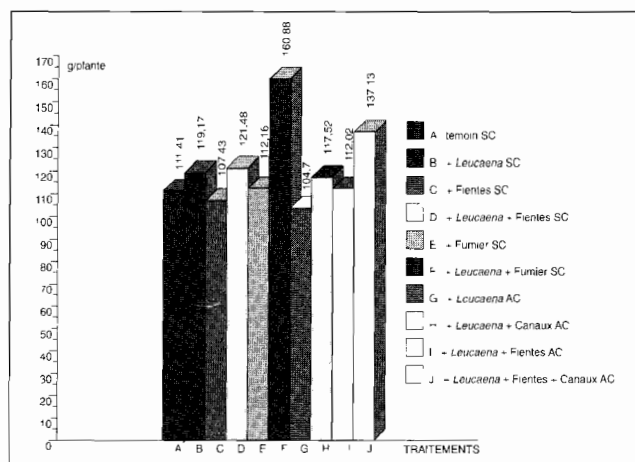


Figure 3 : Impact des engrais biologiques sur le rendement du maïs en épis frais (g/plante)
S.C. : sans couloir A.C. : avec couloirs

Les résultats obtenus en couloirs mettent en évidence l'efficacité des canaux pour limiter la concurrence entre les haies et la culture car les traitements comportant des canaux ont donné un rendement en épis frais significativement supérieur à ceux obtenus avec les traitements des parcelles ne comportant pas de canaux dans les couloirs.

Les résultats obtenus à partir des poids des grains par plante confirment en général les conclusions obtenues à partir du poids des épis frais. Aussi ces conclusions restent également valables pour les rendements du maïs en biomasse aérienne fraîche et sèche.

Il faut enfin souligner que le traitement (+ *Leucaena* + fumier) a donné le meilleur résultat de toute l'expérimentation en ce qui concerne les quatre paramètres du rendement.

Conclusion

Les apports organiques ont eu un impact positif sur les propriétés chimiques des sols; cet impact reste perceptible un an après l'enfouissement de ces matières organiques. Les résultats de la croissance des plants de maïs et des rendements confirment cet impact.

Les haies de *Leucaena leucocephala* comme l'avait remarqué Kang (3) ont un pouvoir restaurateur du stock humide des sols; les canaux creusés ont montré leur rôle incontestable dans le fait de limiter la concurrence en éléments minéraux entre les haies et la culture.

Références bibliographiques

1. Bénin en chiffre 1992 : Publication du Ministère de l'intérieur, Cotonou: 14 p.
2. Edou R. 1993 Effet des fientes de volaille et des canaux dans les couloirs de *Leucaena leucocephala* sur le manioc cultivé sur "terre de barre" Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UNB 73 p.
3. Kang B.T., Wilson G.F., Lawson T., 1984 : Alley cropping, maize and *Leucaena leucocephala* in southern Nigeria, plant and soil, vol 63 pp. 165-197
4. Mallouhi N. & Jutras P. 1986. Amélioration du sol acide dégradé par l'apport d'amendements calcaire et organique, et évaluation de l'importance du volume et de la fréquence d'irrigation supplémentaire sur le rendement de l'arachide au Sénégal. Revue d'agriculture 43, n° 2, pp. 26-30.

N. Mallouhi, Français, Professeur à la Faculté des Sciences Agronomiques. B.P. 01-3128-Cotonou-Bénin.

J.P. Biyara, Béninois. Assistant de recherche au Laboratoire Sciences du sol. B.P. 01-3128-Cotonou-Bénin.

* Nous avons creusé des canaux de 10 cm de largeur et de 70 cm de profondeur au pied de haies de *Leucaena* pour limiter la concurrence entre arbuste et maïs.

High vs. Low Stress Yield Test Environments for Identifying Drought Tolerant Durum Wheat Cultivars

M. Boubaker*

Keywords : *Triticum* sp. – Durum wheat – Breeding – Selection – Water stress – Drought tolerance

Summary

The objective of this study was to select for drought tolerance among 10 durum wheat (*Triticum durum* DESF.) cultivars. Observation of tolerance was based upon yield depressions due to water stress. The yield trials were conducted under rainfed conditions during two unfavorable growing seasons and two favorable years in a semi-arid region of Tunisia. Genotypic response to water stress was assessed by stress and drought indices. Varietal adaptation was measured by stability parameters. Mean productivity and tolerance to drought were also used in order to characterize genotypic response. The values of stability parameters differed to a great extent among genotypes. Some cultivars were identified as resistant to drought. Conversely, others were found to be drought susceptible. Significant differences were observed among cultivars in their mean productivity. Tolerance to drought ranked genotypes differently from the ranking based on mean productivity. Each selection criterion used resulted in different types selected.

Résumé

L'objectif de cette étude était de sélectionner pour la tolérance à la sécheresse parmi 10 cultivars de blé dur (*Triticum durum* DESF.) en se basant sur la réduction du rendement due au stress hydrique. Les essais du rendement ont été conduits sous des conditions pluviales pendant deux années défavorables et deux années favorables dans une région semi-aride de la Tunisie. La réponse génotypique au stress hydrique fut caractérisée par des indices de tolérance à la sécheresse. L'adaptation variétale fut mesurée par les paramètres de stabilité. La productivité moyenne et la tolérance à la sécheresse ont été aussi utilisées afin de caractériser la réponse génotypique. Les paramètres de stabilité ont largement différé parmi les génotypes testés. Certains cultivars résistants à la sécheresse ont été détectés alors que d'autres lui étaient sensibles. Des différences significatives ont été observées parmi les variétés dans leur productivité moyenne. Le classement des variétés selon la tolérance à la sécheresse a différé du classement basé sur la productivité moyenne. Chaque critère de sélection a résulté en différents types retenus.

Introduction

Yield is an important criterion in evaluating adaptability. Plant breeders continue to search for ways to increase the efficiency of selection for seed yield. One approach has been to examine different types of environments in which yield tests are conducted. The most desirable approach would be to choose testing sites that are representative of the production areas where a breeder wishes to improve yields (10).

There is a definite expectation of the crop's performance in relation to environmental worth. In general, crop yield increases with improvement in environmental factors. A desired cultivar must possess the ability not only to take advantage of an improved or a favorable environment but also to yield satisfactorily in an adverse environment.

The relationship between yield and environment was quantified by several researchers who described techniques for measuring adaptation in variable environments. Stability parameters for comparing cultivars were calculated (1, 2, 5, 8, 9).

Previous investigations used a wide range of environmental conditions in order to characterize genotypic response. However, field selection under stress and non-stress conditions allows the establishment of a selection index that may be accurate and rapid enough

so it may be applied to large numbers of lines. This index may be successfully used to screen large numbers of cultivars and may characterize genotypic response to water stress (23).

In Tunisia, Durum wheat (*Triticum durum* DESF.) is grown under rainfed conditions. The variability of rainfall amount and distribution over years is usually unpredictable. Consequently, average yield is low, irregular and varies with prevailing weather conditions. The identification of high-yielding cultivars lowers risk and raise profit for the grower.

The objective of this experiment was to compare drought tolerance of 10 durum wheat cultivars. Yield expression in different rainfed conditions was considered as the basis for identifying drought tolerant cultivars and was used for selection of high yielding genotypes under both stress and non-stress conditions.

Material and Methods

Fields experiments were conducted during two stressful (1985/86 and 1987/88) and two favorable (1986/87 and 1990/91) growing seasons at the Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef Experimentation Station (Tunisia).

* Plant Breeding Department, Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef, 7119 Le Kef, Tunisia.
Received on 25.01.95 and accepted for publication on 31.10.95.

Annual precipitation at the site has historically fluctuated between 300 mm and 500 mm with most rainfall occurring during the period between 1 October and 30 April. Monthly precipitation data for the four growing seasons are given in Table 1. The soil at the test site is a sandy clay loam, not well developed, deep, and a fine textured vertisol. It has a field capacity of 27% and a wilting point of 12%. Prior to each trial the site was a fallow. Field tillage consisted of a deep fall plowing followed by a good seed bed preparation. Fertilizers were applied at the recommended rates (based on soil test results) for optimum wheat yield.

Table 1 : Monthly precipitation (mm) for the four growing seasons

Months	Growing seasons			
	1985/86	1986/87	1987/88	1991/92
September	11.4	39.5	0.0	56.5
October	14.4	60.8	16.7	52.6
November	15.3	41.7	30.2	32.6
December	13.4	66.3	5.7	16.1
January	58.0	33.1	38.8	28.4
February	46.9	72.9	11.2	62.3
March	71.1	55.8	24.7	31.1
April	22.0	60.6	33.2	95.8
May	15.1	54.3	84.0	82.1
June	34.3	6.9	27.4	27.7
Total	301.9	491.9	271.9	485.2

Ten cultivars of durum wheat representing a wide range of genetic variability for morphological and physiological traits were chosen to be included in this study. These cultivars were : Karim, INRAT 69, Chili, Ben Bechir, Badri, Maghrebi, Stork, Diego, Cardeno, and Oscar. The first six cultivars are Tunisian registered cultivars widely grown in the semi-arid regions of Tunisia. Stork is a cultivar released by ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) whereas Diego, Cardeno and Oscar were introduced from Spain. The cultivars were planted on 28 November 1985, 6 December 1986, 3 December 1987 and 12 December 1991 at a rate of 100 kg/ha and 0,20 m row spacing in 6 row plots 5 m long. Before harvesting plots were trimmed to four row plots 4 m long in order to avoid border effects. Plots were kept weed-free by a periodic hand weeding. The experimental plots were arranged in a randomized complete block design with four replications. Plots were 50 cm isolated from each other in order to prevent competition. At maturity, the center four rows of each plot were harvested with a hege plot combine and yield adjusted to 13% moisture.

To assess genotypic responses to water stress, a stress and a drought index for seed yield were computed for each cultivar (3). The stress index of a given cultivar is defined as the ratio of its mean seed yield in the stressful years to that in the favorable years. The corresponding drought index is the ratio of the stress to the overall population mean of stress indices. Varietal adaptation of each cultivar was assessed by using two indices (2). The first one is the regression coefficient (b-value) of yields of the variety considered on the

mean yield of all varieties at each environment. The second one is the mean yield of each variety over all environments (mean productivity). Another parameter was computed. This parameter is tolerance to drought defined as the average yield difference between the non-stressful and stressful environmental conditions.

The data obtained for each measured trait were subjected to an analysis of variance (ANOVA). Years were considered random effects and cultivars fixed effects. Appropriate F tests were conducted for evaluating the statistical significance. The least significant difference (LSD) value was used for comparing means.

Results and Discussion

Significant effects of genotype on seed yields were observed during each year. When data were pooled across years, significant year and genotype x year effects on grain yield were detected. There was a large difference in seed yield between the two wet and the two dry years (Table 2). Mean seed yields (pooled over cultivars) of the stressful and non-stressful years were 624 kg/ha and 3583 kg/ha, respectively, showing an important reduction (82,6%). These results illustrate that drought is a serious limitation to wheat production in Tunisia. The low yield potential of the cultivars tested during the dry years indicate that there is an urgent need to develop better adapted cultivars.

Table 2 : Seed Yield (kg/ha) of the durum wheat cultivars grown under droughty and favorable growing seasons

Cultivars	Growing seasons			
	1985/86	1986/87	1987/88	1991/92
Karim	346	4148	320	5278
INRAT 69	544	2926	522	3346
Chili	366	2503	314	2807
Ben Bechir	415	3958	412	4436
Badri	989	2344	827	3004
Maghrebi	940	3091	749	3347
Stork	1096	4094	894	4487
Diego	1059	3619	792	3921
Cardeno	642	3780	608	3442
Oscar	332	3467	307	3662
Mean	673	3393	575	3773
LSD (P < 0.05)	239	468	209	522

Under stress conditions the difference in yield among genotypes were small (the maximum difference between two genotypes was 764 kg/ha and 587 kg/ha in the two dry years, respectively) while under non-stress conditions these differences were larger (1804 kg/ha and 2471 kg/ha). Hence, the yield range under optimal water supply was about three times the range under severe water stress. These results indicate that maximal yield potential is more readily expressed in the absence of stress. Similar results were reported (4, 6).

Because genotype x year interaction effects on seed yield were highly significant varietal adaptation was characterized with the stability index (b-value) (2). Cultivars could be grown in two extreme environmental conditions (as in this study) to measure stability (7).

Stability indices (b-values) for seed yield differed to a great extent among genotypes (Table 3). Badri (b = 0.61), Chili (b = 0.78) and Maghrebi (b = 0.80) with low b-values were the most stable cultivars. Karim (b = 1.49), the most widely grown cultivar in Tunisia, was the least stable cultivar but it had the greatest yield potential in an abundant soil moisture environment. The remaining cultivars had intermediate stability.

Table 3 : Stability parameter (SP), mean productivity (MP, kg/ha), Stress index (SI), drought index (DI), and tolerance to drought (TD, kg/ha) of the cultivars tested

Cultivars	SP	MP	SI	DI	TD
Karim	1.49**	2523	0.07	0.39	4380
INRAT 69	0.88*	1835	0.17	0.94	2603
Chili	0.78**	1498	0.13	0.72	2315
Ben Bechir	1.28**	2305	0.10	0.56	3817
Badri	0.61**	1791	0.34	1.89	1766
Maghrebi	0.80**	2032	0.26	1.44	2374
Stork	1.11**	2643	0.23	1.28	3305
Diego	0.96	2348	0.25	1.39	2844
Cardeno	0.99	2118	0.17	0.94	2986
Oscar	1.09	1942	0.09	0.50	3306
Mean	1.00	2103	0.18	1.00	2970
LSD (P < 0.05)		345	0.07	0.11	456

*, ** Significantly different from 1.0 at the 5% and 1% levels of probability, respectively

There were significant differences among cultivars in both stress and drought indices (Table 3). Cultivars associated with high stress indices were also associated with high drought indices and vice versa. Badri, Maghrebi, Diego, and Stork with drought indices of 1.89, 1.44, 1.39 and 1.28, respectively, were the most drought resistant cultivars in this population. Conversely, the cultivars Karim, Oscar, and Ben Bechir with drought indices of 0.39, 0.50 and 0.56, respectively, were the most drought susceptible cultivars. The remaining cultivars with drought index values close to 1.0 were intermediate between resistance and susceptibility in their reaction to drought. Karim, a cultivar widely grown in Tunisia even in the low rainfall areas, appeared in this experiment as the most drought susceptible cultivar and therefore should not be grown in the drought prone areas.

Mean productivity may help breeders to develop cultivars that produce high yield under both stress and non-stress conditions. This parameter is useful in environments where moisture limitations to yield are unpre-

dictable from year to year. Significant differences were observed among the cultivars in their mean productivity (Table 3). The ranking of genotypes based on their drought indices was different from their ranking based on mean productivity. For example, Karim was associated with high mean productivity (2523 kg/ha) yet, it was the most drought susceptible cultivar with a stress index of 0.07 and a drought index of 0.39. Stork was associated with the highest mean productivity (2643 kg/ha).

Tolerance to drought ranked also Karim and Ben Bechir among the least drought tolerant cultivars and Badri. Chili and Maghrebi among the most drought tolerant cultivars (Table 3). These results indicate that cultivars selected for high yield in optimal moisture conditions will not necessarily be superior when exposed to water stress.

Results of this study indicate that it is important that plant breeders be aware of the implications of selection criteria used in order to detect drought resistant cultivars based on their performance under favorable and non favorable situations. As illustrated in this study, each selection criterion resulted in different selected genotypes.

Conclusion

These results indicate that cultivars selected for high yield in optimal moisture conditions will not necessarily be superior when exposed to water stress. Thus, selection for high yielding ability under stress conditions may disregard the yield potential under favorable environmental conditions. Under stress conditions, differences in yield among genotypes may be due to factors other than yield potential. Under such conditions maximum genetic potential is not fully expressed; a large portion of the observed phenotypic variance is attributable to the effects of the environment and the genotype x environment interaction. Under water stress conditions the stress may be so severe that the yield does not differ, considerably, among genotypes. Thus, in such cases, screening for yield per se, may not be effective. This breeding strategy should be carried out in areas where water stress is expected to occur reliably and uniformly every growing season. On the other hand, selection for drought resistance, drought tolerance, yield stability, or mean productivity must be predicated on the environment where the genotypes are to be grown. If yield under stress must be improved then selection must be made on drought index or tolerance to drought. If drought is unpredictable, the selection for mean productivity and yield stability are desirable yet, ranking of genotypes based on their mean productivity is different from the ranking based on drought indices.

Literature Cited

1. Eberhart S.A. & Russell W.A., 1966, Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* **6** : 36-40.
2. Finlay K.W. & Wilkinson J.H., 1963, The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* **14** : 742-754.
3. Fisher K.S., Johnson E.C. & Edmeades G.O., 1983, Breeding and selection for drought resistance in tropical maize. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo. CIMMYT. El Batán, Mexico, pp. 16.
4. Frey K.J., 1964, Adaptation reaction of oat strains selected under stress and non-stress environmental conditions. *Crop Sci.* **4** : 55-58.
5. Horner T.W. & Frey K.J., 1957, Methods for determining natural areas for oat varietal recommendations. *Agron. J.* **49** : 313-315.
6. Johnson G.R. & Frey K.J., 1967, Heritabilities of qualitative attributes to oats (*Avena* sp.) at varying levels of environmental stress. *Crop Sci.* **7** : 43-46.
7. Langer I., Frey K.J. & Bailey T., 1979, Associations among productivity, production response, and stability indexes in oat varieties. *Euphytica* **28** : 17-24.
8. Perkins J.M. & Jinks J.L., 1968, Environmental and genotype environmental components of variability. *Heredity* **23** : 525-535.
9. Plaisted R.L. & Peterson L.C., 1959, A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. *Am. Potato J.* **36** : 381-385.
10. Rosielle A.A. & Hamblin J., 1981, Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* **21** : 943-946.

From Soil Survey to Land Use Planning and National Soils Policies

New Developments in Soil Science

W.H.Verheye*

Keywords : Soil potential - Land use scenarios - Decision making.

Summary

The emphasis of soil studies has shifted over the past decades from descriptive inventories towards a more specific, pragmatic and problem solving approach related to land use and soil conservation.

Under conditions of growing population density, land may become a source of conflict between various users: settled farmers, miners, stock breeders, foresters, urban planners, ecologists,... In such cases, a national soils policy becomes imperative, as it provides a useful planning framework for evaluation of alternative land use scenarios and for the selection of the best options. It supports land use decisions for the future and helps in setting rules to meet the socio-political objectives, whilst preserving the delicate balance between economic and ecological aspects of land and land use.

A policy is an act of intention which lays down the principles for achieving long-term objectives. The details of the policy are left to implementing strategies and programmes; the former cover technical tools and steps for achieving the policy goals, whilst the latter are directly related to means of implementation. An example is given showing how a policy of food self-sufficiency has been realized in India.

Samenvatting

In de voorbije decennia heeft het zwaartepunt van het bodemonderzoek zich geleidelijk verplaatst van een grotendeels beschrijvende en inventariserende studie naar een meer pragmatisch zoeken van oplossingen voor specifieke problemen van bodemgebruik en -conservatie.

Onder toenemende bevolkingsdruk wordt "land" snel een bron van conflicten tussen potentiële gebruikers, zoals landbouwers, veetelers, bosbouwers, mijnbouwondernemingen, stadsplanologen, milieu-activisten. In zo'n gevallen is een nationale bodempolitiek op haar plaats, omdat op die manier een blauwdruk kan opgesteld worden voor een vergelijkende evaluatie van de diverse bodemgebruiksvormen, en tevens een selectie gemaakt van de beste opties in het kader van te verwezenlijken objectieven. Dit laat toe op een wetenschappelijke basis beslissingen voor te bereiden met het oog op een toekomstig bodembeleid, en regels vast te leggen die niet alleen rekening houden met de geplande sociaal-politieke doelstellingen, maar ook met het delicaat evenwicht tussen economische en ecologische belangen van het bodemgebruik.

Een politiek is per definitie een intentieverklaring over de principes nodig om een vooropgezet doel te bereiken. De details in dit verband worden structureel vastgelegd in strategieën en programma's. Een strategie bepaalt de methodologie en de aan te wenden technische middelen, terwijl programma's rechtstreeks betrekking hebben op de uitvoeringsmodaliteiten zelf. Aan de hand van een voorbeeld wordt aangetoond hoe in India de politiek van de eigen nationale voedselvoorziening via het bodembeleid werd gerealiseerd.

Introduction

The number of soil studies carried out in recent decades is impressive. Realizing that soils have a major impact on crop production and on land use in general, many development projects have been based on more or less comprehensive soil investigations. In situations where this was not the case the East African groundnut scheme is "the" classic example crop failures and/or inconsistent crop outputs were not uncommon. Hence, many national and international

donors are still insisting that a soil study be incorporated in (pre)feasibility project phases.

At present, most countries have a national soil service, with a professional expertise and laboratory facilities to provide soil information to agronomists, crop specialists, rural planners,... It is, therefore, surprising that nowadays many of those institutes are hardly operational or are even out of work, and that there is

* Research Director, National Fund for Scientific Research, Soils Dept., University Gent, Krijgslaan, 281, B-9000 Gent, Belgium.
Received on 10.11.95 and accepted for publication on 26.08.96.

an obvious lack of interest among planners and land use experts to call upon specific soil information. Amongst the various reasons for this are:

- From the point of view of land users or policy makers, the study of the soil is not a goal on itself but forms an integral part of a larger development project. Soil survey is a time-consuming activity and if its direct relevance to the overall project goals is not clear, there is a risk that the programme is cancelled or replaced by a rapid and less costly remote sensing study without appropriate field control.
- Soil surveys are too often carried out using standard procedures which are not cost-effective and often not properly oriented towards specific project goals; hence, soil mapping and related analytical characterizations should be more flexible in their approach, be more user-oriented and be primarily conceived to address the problems of the land users.
- Many soil investigations remain too descriptive and academic, whilst end users require that salient soil features be identified and reasonable recommendations be formulated;
- Soil science in the past decennia has put too much emphasis on research aspects without direct relevance to practical problems in the field; hence, a serious gap has been created between the academic approach to soil science and the urgent soils-related problems of modern societies in terms of crop production, land use planning, and soil conservation, viz. nature protection.

D.S.Dalal-Clayton and D.Dent (1) have produced a detailed critique of the failings of natural resources surveys in general, and of soil surveys in particular. It is obvious that soil science has to some extent developed along its own academic lines and has not been sufficiently flexible in addressing the problems of land use in a constantly changing society. In brief, there is no need to set up a comprehensive study with ample considerations on pedogenesis, classification, clay mineralogy, etc... if the objective is to know whether a crop can be grown, at what cost and under what management system !

Being aware of this situation international groups of soil specialists got together in the 1970s and developed the Framework for Land Evaluation (2). This new approach realized that soils should not be studied in isolation and as a separate discipline, but be seen as part of the environment for which various uses can be considered. This concept was at the origin of a completely new development in soil science.

Soil and land use

Soil is a part of the social and physical environment. Its properties, behaviour and potential are invariably associated with the surrounding climate, landform, vegetation, cropping pattern or other land use practices. Hence, soil is a focal point for an increasing number of competing and even conflicting land uses.

In this respect, there is still a high demand for proper soil and land use information in the following context:

- Soils have a specific suitability for crop production, and they will react differently to various farming practices. Soil investigations are therefore needed to identify various land use scenarios and to select land use types that are optimal, both in terms of crop diversity and anticipated yields.
- Land which is actually less suitable for a particular use may be reclaimed with modern technologies. Proper soil studies can identify production constraints and, wherever possible, recommend reclamation measures to improve soil quality and outputs.
- Soil and land are not only linked to agricultural uses. Under conditions of rural migration and the development of urban and industrial centres, part of the former agricultural and forestry land has to be re-allocated to other uses. Soil information may support the decision-making processes related to the re-allocation of land for urban and infrastructural developments or for any other uses within the rapidly changing modern society.
- Finally, within the present-day concepts of sustainable development, land use options and aspects of soil quality cannot be dissociated from environmental considerations. Well selected soil data can provide a major input in nature protection and in the development of effective soil conservation techniques.

Competition for land

The available arable land at world, regional and national levels is well investigated. On the basis of the World Soil Resources Map (4), there exist about 3 million ha of suitable arable land of which some - 1.4 million ha is actually under arable and permanent cropping - out of a world total of 13 million. The available suitable land is hardly varying over time, but what is, however, consistently changing is the population, especially in the developing countries, where growth rates of 2-3% are not uncommon (Figure 1). Hence, under conditions of a growing population the competition for land is rapidly increasing.

Worldwide, the population has grown from 3.3 billion in 1961-65 to almost 5.3 billion people in 1991, with perspectives up to 7.5 billion in 2010 (5). However, these global figures mask high disparities between regions and nations, and in many developing countries the available cropland per head of the population has seriously dropped. Although this decrease is at present most severe in Africa, e.g. from 0.62 to 0.27 ha per person over the past 30 years (Table 1), these ratios have become most critical in Asia. With the exception of Ruanda, Burundi and Tanzania, there exist still vast reserves of land in Africa (and to some extent in South America), where only 36% of the arable acreage is used. In Asia this figure reaches 92% (4).

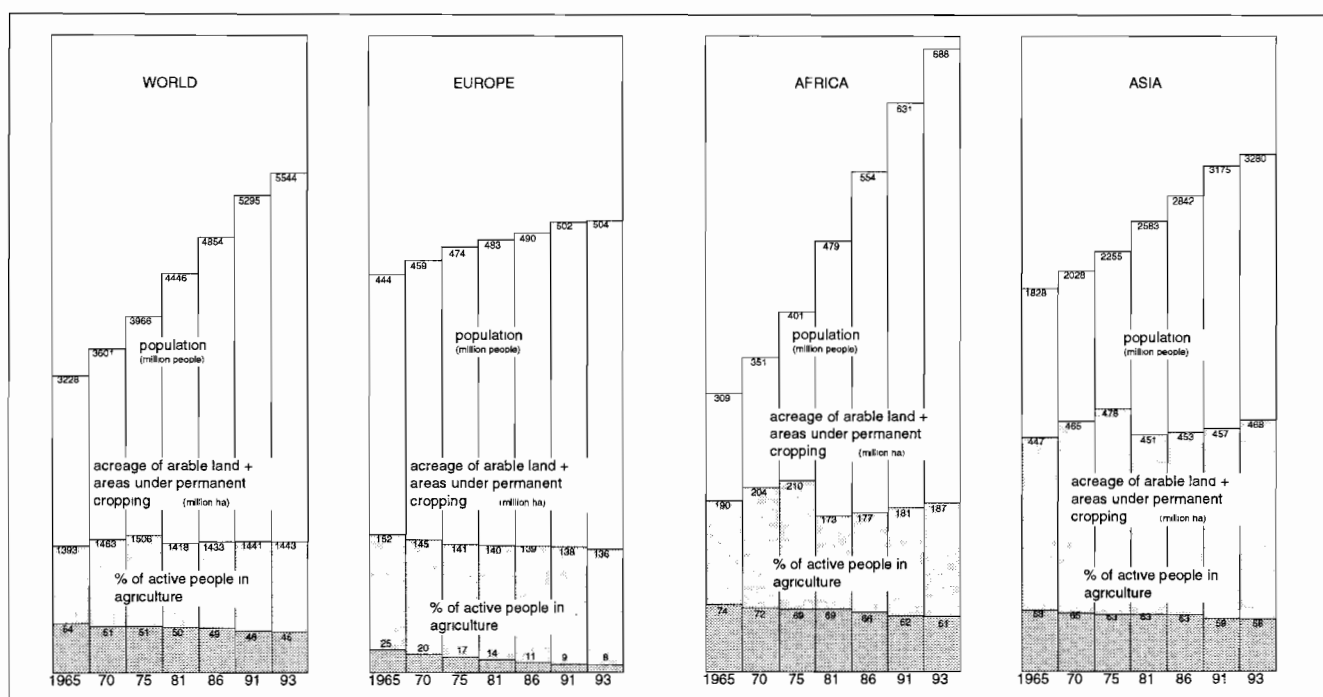


Figure 1. Trends in population growth, acreage of arable land + land under permanent cropping, and number of people active in agriculture between 1965 and 1993 at world level, and in Europe, Africa and Asia (5).

Table 1 Population growth and changes in cultivable land/man ratios between 1961-65 and 1991 (5).

Country	Population (in millions)		Cultivable land/man ratio	
	1961-65	1991	1961-65	1991
WORLD	3,288,510	5,295,176	0.39	0.27
EUROPE	444,801	502,714	0.34	0.27
AFRICA	309,382	661,849	0.62	0.27
Angola	5,101	9,524	0.31	0.36
Benin	2,365	4,767	1.24	0.39
Burkina Faso	4,958	9,248	1.00	0.38
Cameroon	5,356	11,857	1.33	0.59
Malawi	3,932	9,986	0.40	0.17
Mozambique	7,449	14,495	0.36	0.22
Ruanda	3,199	7,271	0.20	0.16
Tanzania	11,616	26,898	0.29	0.13
ASIA	1,824,530	3,175,529	0.24	0.14
China	710,324	1,170,893	0.17	0.08
India	482,365	862,745	0.33	0.20
Indonesia	105,070	187,724	0.16	0.12
Malaysia	9,000	18,342	0.27	0.27
Nepal	10,100	20,072	0.18	0.13
Pakistan	52,415	121,485	0.34	0.27
Sri Lanka	11,164	17,440	0.15	0.10
SOUTH AMERICA				
Brazil	82,541	151,623	0.40	0.37
Guatemala	4,583	9,497	0.31	0.15
Nicaragua	1,701	3,807	0.51	0.37

The very low arable land/man ratios in Asia in general, and in a number of countries like China, Indonesia, Nepal and Sri Lanka in particular (Table 1), not only illustrate the enormous pressure on available agricultural land but, also, points to the risks of soil degradation due to soil nutrient depletion. Under those condi-

tions, people in need for additional food production will encroach on non-cultivable and often erosion-prone areas. Because of the increasing land pressure in Java, it has been estimated that some 100,000 ha per year turn into critical erodible land (6). The following conflicts may occur in relation to land:

- Competition among settled farmers due to land shortage and to a reduction in length of the fallow period in traditional shifting cultivation systems. Over a period of 20 years (1956-76) the average length of the fallow period in Sierra Leone dropped from 15-18 years to less than 5 years (13), and this situation has accelerated migration movements from rural to urban areas.
- Competition for land between nomadic herders and sedentary farmers leads, under adverse climatic conditions, to an obvious shortage of grazing lands and water.
- Competition between various land users with different traditional land management practices. Hence, savanna fires initiated by herdsmen affect neighbouring croplands and forests, and constitute a main reason for forest degradation in the tropics.
- Side-effects of mining operations result in the pollution of neighbouring lands and waters, and affecting the quality of soils and fishing grounds.
- Urban development, often associated with the encroachment of valuable croplands and/or forest areas. The area of first-class rice land annually lost due to city encroachment in Java (Indonesia) is estimated at 50,000 ha, with a production potential of approximately 350,000 tons of paddy/year. In order to compensate for these losses some 200,000 ha of new, mainly forested lands have to be cleared every year (6).

- Forest degradation due to fuelwood exploitation and charcoal burning is a common phenomenon around rapidly developing cities in Africa. Almost 90 % of the present-day domestic energy needs of Free-town in Sierra Leone are provided by fuelwood, requiring approximately 350,000 to 500,000 cubic meters woody biomass per year. Charcoal production around the city increased from 10,000 tons in 1978 to 55,000 tons in 1987 and over 80,000 tons at the present moment, and former farmers around the town and feeder roads have now become full-time fuelwood/charcoal producers.

– ...

A number of land use activities referred to above cannot go on indefinitely without damaging the environment or creating social unrest. Conflicts over land and land use require that rapid decisions be taken with respect to land use in the future. Those decisions should be based primarily on objective criteria related to land suitability potential and carrying capacity, socio-economic and ecological considerations. In this way, various scenarios should be developed and a proper national land use planning and soil policy be established. Up to date and problem-oriented soil investigations have a role to play in this process, and should provide the scientific basis for such a policy.

Concept and objectives of a national soils policy

Under conditions of a steadily increasing population, people's lifestyle changes from dominantly rural to a mixed or even urban society. The number of people engaged in agriculture is decreasing (Figure 1), and economic progress is often based on the "mining" of natural resources without due attention being paid to biological equilibria or to rules of sustainability. Realizing that a broadbased sustainable development is not feasible without sound environmental assessment at the inception stage, and learning from adverse experiences, international organizations have expressed growing concern over a number of critical issues, related to growing world food demands, increasing risks of soil degradation and nature protection. Hence, the United Nations Environment Programme (UNEP), in collaboration with FAO and UNESCO, has emphasized the importance of a coordinated World Soil Policy, and has urged the need for national soils policies to conserve those natural resources. In this context, UNEP issued its World Conservation Strategy in 1981, and in the following year the World Soil Charter (3) was drafted. The "Bruntland" report of the World Commission on Environment and Development (15) and the UNCED resolutions of Agenda 21 (10) are a logical follow-up of those earlier expressed concerns.

All these documents draw attention to the importance of soils as a basic natural and almost non-renewable resource for agriculture, forestry and other land uses. They stress two major principles: one, of avoiding soil losses and degradation; and two, of utilizing soil to its maximal potential but within the context of sustain-

ability. These principles thus promote the best use of soils and other land resources to meet present needs whilst, at the same time conserving resources for populations of the future.

A national soils policy is a set of guidelines, aiming at ensuring and stimulating maximal utilization of soils on a sustained basis without lowering productivity, and limiting direct or indirect damage to the environment. Emphasis is placed upon knowledge of the varied nature and properties of soils and, as a consequence thereof, upon the needs for appropriate management (12).

A policy, as defined above, has to take into consideration the nation's diversity and particular problems. Therefore, it should not focus only on soil production and conservation problems but should, also, cover other development aspects related to the management of forests, pasture and grazing lands, mining areas, city expansion, etc.

A national soils policy deals with four aspects, addressing technical, socio-economic, institutional and legal elements, at least to the extent that those contribute to the implementation of strategies and programmes. In broad terms, a national soil policy should aim to bring about activities which will:

- Assess available land resources and improve soil productivity by applying better management techniques and developing and/or promoting more productive agricultural systems.
- Enlarge cropping areas and improve the quality of the available agricultural land wherever feasible.
- Slow down losses of croplands and forests, monitor changes in soil quality and quantity, and evaluate the way land is used.
- Bring to the attention of all concerned the dangers and adverse consequences of soil degradation and the need for conservation and appropriate legislation.
- And create or improve the capabilities of national institutions to carry out those aims.

Modalities for implementation

A policy is an act of intention, which lays down basic principles for achieving long-term objectives. The details of the policy are left to implementing strategies and programmes (or modalities in general). The strategies cover technical tools and the steps for achieving the policy goals, whilst programme elements are specifically related to means of implementation. In contrast to the policy itself, the implementing strategies and programmes may vary with changing circumstances and, hence, should be able to adapt to new conditions without having to resort to the cumbersome process of revising technical parameters and legislation.

The *long-term development objectives* which govern a national soils policy vary widely from one country to another and, therefore, it is not useful to define standard modalities for its implementation. A common tar-

get for many developing countries is, however, related to food security, and the way this problem has been tackled in India may serve an example.

The basic elements which influence food production and food self-sufficiency in the world, and in India in particular, refer to (1) population perspectives, and (2) the national land use potential. Current projections for India indicate that, with an assumed average growth rate of 1.9 %, the national population will exceed 1 billion by the year 2000. In the past decades, the national production of food grains has increased from hardly 50 million tons in 1950 to 150 million in 1985 (Table 2), whilst the overall potential is estimated at 450-500 million tons/year (8,14). Hence, there is scope to achieve national food self-sufficiency and to improve the average food availability per head (Table 2) for another 30 years at least if population growth can be controlled, and if the natural soil potential is used adequately.

Table 2. Trends in foodgrain production and per caput food production index in India between 1950 and 2000 (5,8,9,14).

Year	Population (millions)	Total foodgrain production (million tons) *		Total per caput food production index (1985=100)
		Target	Achieved	
1950	359,000	-	50.9	-
1970	543,132	-	99.0	-
1980	688,856	-	129.6	100
1985	768,185	135.2	150.4	111
1986	785,933	142.0	144.1	110
1987	802,698	149.1	138.4	106
1988	819,482	156.6	169.9	117
1989	836,339	164.4	179.1	122
1990	850,638	172.6	175.2	121
1991	870,968	178.6	177.1	122
1992	884,425	184.9	180.3	125
1993	901,459	191.4	187.2	125
1994	-	198.1	192.4	-
1995	-	205.0	-	-
2000	(1,000,000)	239.0	-	-

* Foodgrains = rice, wheat, coarse cereals and pulses.
Food index refers to all food products.

During the Seventh Development Plan (1985-90) the target was to achieve an average yearly increase in food production of 5 %, slowing down to 3.5% after 1990. This should lead to a total foodgrain production of 172 million tons in 1990, 205 million tons in 1995 and 239 million tons in 2000. Presently available data show that those targets can reasonably be met (Table 2). Strategies to implement these objectives included : (1) the extension of irrigable and dryland areas up to their potential of 110 and 150 million ha respectively, (2) an overall yield increase to 2.5 tons/ha in irrigated and 1.5 ton/ha in rainfed croplands, and (3) an average of 75% of all cultivable land as being used for foodgrain production (9).

Irrigated cropping. Crop yields in India are affected at least once every 3 years by adverse weather, espe-

cially rainfall conditions (see table 2, yields for 1987 and 1990-91). Therefore, the primary target is to increase water availability to crops, either through an improvement of the existing irrigation systems or through the extension of irrigated areas, and to achieve a maximal utilization of the total irrigation potential. Specific programmes to implement this strategy rely in particular on:

- Improvement of existing irrigation systems by a more efficient, viz. crop- and soil-specific water use, better maintenance of canals, water quality control and improved soil drainage.
- Reclamation and improvement of marginal, mainly saline-alkaline lands in the Indo-Gangetic plain, through chemical amendments (gypsum application) and leaching of excess salts.
- Development of small-scale irrigation projects in areas with good-quality groundwaters and aquifers by means of shallow tube and dugwells, mainly in smallholders fields.

Dryland crop production. Most of the potential rain-fed croplands in the country are already under cultivation and, therefore, consistent production improvements can on be expected from yield increases. This can be realized by the introduction of soil conservation and water harvesting programmes on a communal watershed basis, or through the construction of check-dams and field tanks on a more individual basis, with the main objective to overcome short dry spells within the cropping season. Programme elements with direct relevance for a successful implementation of this strategy include:

- Confirmation of the legal status of land ownership and land tenure for small farmers with less than 2 ha of land.
- Creation of financial and other incentives to allow for initial investment costs for soil reclamation and water supply.
- Seed selection and the development of high-yielding varieties, and making these available both timely and at reasonable costs to farmers.
- Increased emphasis on pest control to combat crop losses.
- Promotion of the use of mineral fertilizers through a policy of subsidies to farmers. In this context the fertilizer consumption in the country has jumped from 65.000 tons in 1951 to almost 9 million tons in 1990, and whilst in the early 1960s mineral fertilizers accounted for hardly 2 % of the foodgrains output, this figure rose to 35 % in the 1980s (7)
- Re-adjustment of agricultural research, referring in particular "to the re-orientation of the former concept that physical input /output relationships rather than financial costs and returns consisted the primary area of concern of agricultural scientists, resulting in a large corpus of research findings with little or fortuitous relevance for the farming community" (8).

From the foregoing example it can be concluded that rural development planning still relies heavily on soil information, mainly in terms of land use optimization and of land conservation and reclamation. In the par-

ticular case of India, the whole land use programme has been supported by the nationwide Lab to Land Programme, bringing scientists and extension workers more closely to the real problems of the farmers in the field.

Conclusions

Modern soil science has still a major role to play in development programmes and in various land use planning exercises, where physical criteria are required to assess the potential of the land. In this respect, soil scientists should not work in isolation, but be part of multidisciplinary teams, where their expert-

ise will be integrated into natural resource evaluations. The time that soil investigations were almost exclusively devoted to mapping and/or pedogenetic or classification work, without relevant outputs for land use and other social activities, has definitely passed.

Acknowledgements

The author acknowledges with thanks the National Fund for Scientific Research, Belgium, for allowing him to collect the field data and carrying out the research. He is also indebted to Prof. D. Dent for the critical review of the draft text.

Résumé

Au cours des dernières décennies l'accent dans l'étude des sols s'est graduellement déplacé d'un travail plutôt descriptif et d'inventaire vers une approche plus pragmatique, attaquant davantage les problèmes d'utilisation et de conservation des sols.

Sous une pression démographique de plus en plus importante, la terre devient une source de conflit entre bon nombre d'utilisateurs potentiels, tels qu'agriculteurs, éleveurs, forestiers, compagnies minières, urbanistes, écologistes,.... Dans ces cas une politique nationale des sols s'impose, car ceci permet d'avoir d'un seul coup un aperçu sur la nature et les potentialités des terres, leur risque de dégradation, etc. De plus, ce document permet de sélectionner de manière plus scientifique l'option la plus intéressante. Ultérieurement, cette approche peut enfin amener à des décisions pertinentes quant à l'organisation et l'utilisation de l'espace, et à la mise en place du cadre pour atteindre les objectifs socio-politiques de la région ou du pays, tout en préservant la balance délicate entre les aspects économiques et écologiques du territoire.

Une politique est par définition un acte d'intention arrêtant les principes pour atteindre le but voulu. Le détail de la politique est explicité dans les stratégies et programmes. La première définit la méthodologie, les moyens techniques à mettre en œuvre et les étapes à suivre pour atteindre l'objectif; les dernières concernent plutôt l'exécution effective de la stratégie. Un exemple est donné, démontrant comment en Inde la politique d'auto-suffisance nutritive a été réalisée.

Literature

1. Dalal-Clayton D.S. & Dent D., 1993 - Surveys, plans and people : a review of land resource information and its use in developing countries. Environment planning Issues n° 2, IIED London, 148p.
2. FAO, 1976 - A framework for land evaluation. FAO Soils Bull.32, Rome, 72p.
3. FAO, 1982 - World Soil Charter. FAO, Rome, 7p.
4. FAO, 1989 - FAO World Soil Resources Map at scale 1:25,000,000 with explanatory note. FAO World Soil Res.Rep.66, Rome, 58p.
5. FAO, 1970-1994 - Statistical Yearbooks. FAO, Rome.
6. FAO-UNEP, 1994 - Advisory services to Indonesia on the Formulation of National Soils Policies. FAO, Rome, 71p.
7. Khanna S.S. & Gupta M.P., 1989 - Fertilizer strategy for the raising of agricultural production. Yojana, Delhi, India, **33**(5): 10-15.
8. Khanna S.S. & Pavate M.V., 1989 - Agricultural development: Challenges ahead. Yojana, Delhi, India, **33**(7): 13-18.
9. Khanna S.S., Pavate M.V. & Brij Bushan, 1989 - Recent trends in agricultural growth. Yojana, Delhi, India, **33**(12): 19-23.
10. UNCED, 1992 - United Nations Conference on Environment and Development. Agenda 21, Ch.II,2 : Conservation and Management of Resources for Development. Proceed. UNCED Conf. Rio de Janeiro, June 1992, pp.1-121.
11. UNEP, 1981 - World soil conservation strategy. UN Environment Programme, Nairobi, 70p.
12. UNEP, 1983 - Environmental guidelines for the formulation of National Soils Policies. UNEP Environm. Manag.Series 7, UN Envir Progr., Nairobi, 32p.
13. Verhey W., 1978 - The evolution of the land use pattern in the past 20 years (1956-1976) in a tropical woodland area. A case study of the Moyamba District, Sierra Leone. Ts. Belg. Veren. Aardrijksk. Studies, **1978**(2): 241-256.
14. Verhey W., 1989 - Appraisal mission for the PPCL proposal to improve alkaline and acid soils in India. 1 : Physical aspects. (draft edition). Lab. General Pedology, State Univ. Gent, 35p.
15. WCED, 1989 - Our common future. World Commission on Environment and Development, Oxford Univ.Press, Oxford, UK.

W.H. Verhey, Belgian, Ph. D. in Soil Science (Mediterranean Soils, Gent University), Aggregation Highes Studies (Arid and Semi-Arid Soils) Land Use Planning, Research Director of the National Fund for Scientific Research, Belgium).

Essai de lutte chimique contre la carie du blé en Tunisie

B. Nasraoui* & S. Sammari*

Keywords: Common bunt - Common wheat - Fungicide - Tunisia

Résumé

En Tunisie, un essai de lutte chimique en traitement de semences du blé tendre inoculé avec la carie (*Tilletia foetida*) a montré que les fongicides flutriafol 2,5 % + thiabendazole 2,5 %, triticonazole 2,5 %, difénoconazole 3 % et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % + carboxine 50 % sont très efficaces contre cette infection (moins de 5 % d'épis cariés). Par contre, manèbe 48 % et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % étaient relativement moins efficaces (entre 5 et 10 % d'épis cariés). Les épis du témoin inoculé étaient à 43 % cariés.

Summary

In Tunisia, chemical treatment of common wheat seeds inoculated with common bunt (*Tilletia foetida*) proved that the fungicides: flutriafol 2.5 % + thiabendazole 2.5 %, triticonazole 2.5 %, difenoconazole 3 % and copper oxyquinoleate betaxate 10 % + carboxin 50 % were efficient against the infection (less than 5 % of the spikes were infected). But, maneb 48 % and copper oxyquinoleate betaxate 10 % were relatively less efficient (5 to 10 % of the spikes were infected). Inoculated control had 43 % of bunted spikes.

Introduction

La carie, ou "Common Bunt", est l'une des maladies les plus importantes du blé dans le monde. En Tunisie, cette maladie se caractérise par des attaques cycliques qui se répètent toutes les quelques cinq à huit années provoquant des dégâts très importants sur blé tendre (ou froment), voire même catastrophiques dans certains cas (exemples: années 1991 et 1992 où on a observé, en Tunisie, des pertes de 30 jusqu'à 80 % du rendement).

Cette maladie, qui peut être très grave, est relativement facile à combattre grâce aux traitements des semences avec les fongicides. A ce niveau, une multitude de produits chimiques a été essayée parmi laquelle les fongicides les plus récemment étudiés sont: le triadiménol, le diniconazole, le flutriafol (3), le mancozèbe, le thiophanate-méthyl (1), les composés mercuriques (7), la carboxine (4), le triticonazole (8), etc ... Une synthèse relative à la lutte chimique a été élaborée par Haquin (5,6)

En Tunisie, plusieurs fongicides ont été testés: l'oxyquinoléate de cuivre, le bénomyl, le flutriafol + le thiabendazole, le triadiménol et le tébuconazole; certains se sont montrés plus efficaces que d'autres (2,9). Néanmoins, l'évolution rapide de ces produits chimiques et le remplacement progressif des anciens par les plus récents nous ont incités à mener dans les conditions tunisiennes un essai de lutte chimique en traitement de semences contre la carie du blé tendre. Actuellement, plusieurs fongicides relativement

récents sont utilisés: le prochloraze, le fenpiclonil, le triticonazole, l'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate, le difénoconazole, etc ...

Matériel et méthodes

• Matériel biologique

Cette étude menée à la Station de Recherche de l'Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef (située au nord-ouest tunisien) a été réalisée sur une variété tunisienne de blé tendre (*Triticum aestivum*) appelée "Byrsa".

L'espèce fongique utilisée comme inoculum est *Tilletia foetida* (ou *Tilletia laevis*) isolée du blé tendre et identifiée antérieurement (9).

• Fongicides

Nous avons étudié l'effet sur la carie des fongicides suivants :

- Flutriafol 2,5 % + Thiabendazole 2,5 % (Vincit à la dose de 200 ml/q), association de deux fongicides systémiques dont le premier est un triazole inhibiteur de la biosynthèse des stérols et le second un benzimidazole agissant sur les microtubules,
- Triticonazole 2,5 % (Réal 25 à la dose de 200 ml/q), fongicide systémique triazole inhibiteur de la biosynthèse des stérols,

*. Laboratoire de Phytopathologie, Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef, 7119 Le Kef, Tunisie.
Reçu le 04.09.96 et accepté pour publication le 25.10.96.

- Manèbe 48 % (Carios à la dose de 200 g/q), fongicide de contact dithiocarbamate agissant sur la respiration comme multi-sites,
- Difénoconazole 3 % (Dividend 3DS/WS à la dose 100 g/q), fongicide systémique triazole inhibiteur de la biosynthèse des stérols,
- Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % (Quinolote Plus Semences à la dose de 200 g/q), fongicide de contact dérivé de la quinoléine agissant sur la respiration comme multi-sites,
- Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % + Carboxine 50 % (Quinolote Plus V4X Semences à la dose de 200 g/q), association de deux fongicides dont le premier est de contact dérivé de la quinoléine agissant sur la respiration comme multi-sites et le second est systémique anilide agissant sur la respiration comme uni-site.

• Inoculation des semences

L'inoculum utilisé est formé d'une poudre fine obtenue après broyage de grains cariés de blé tendre. Cette poudre est constituée d'un nombre considérable de téleutospores de l'agent phytopathogène *T. foetida*. Elle a été mélangée avec les semences du blé tendre en présence de quelques gouttes d'eau distillée pour augmenter l'adhérence. L'inoculation a été effectuée à raison de 10 g d'inoculum/kg de semences.

• Traitement chimique

Quarante-huit heures après inoculation, les semences du blé tendre ont été traitées avec les fongicides aux doses indiquées plus haut. Le traitement consiste à bien mélanger chaque fongicide avec les semences à traiter tout en ajoutant quelques ml d'eau distillée pour améliorer la répartition et augmenter l'adhérence.

• Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental appliqué est celui des blocs aléatoires complets avec trois répétitions. Chacun des blocs comporte une parcelle élémentaire pour chaque fongicide, une parcelle élémentaire témoin inoculé et une parcelle élémentaire témoin non inoculé. Tout l'essai a été mené dans des conditions classiques de labour et recroisements, de fertilisation et de désherbage. Le semis a été réalisé le 12 novembre 1995 grâce à un semoir de précision à la dose de 100 kg/ha. Les parcelles élémentaires sont de 1,2 m x 6 m de dimensions. La moisson a été effectuée le 16 juin 1996 à l'aide d'une moissonneuse batteuse de recherche.

Les résultats obtenus sont représentés par des figures sous forme d'histogrammes portant des segments verticaux correspondant à la plus petite diffé-

rence significative (ppds). Les histogrammes associés à une même lettre représentent des valeurs qui ne sont pas significativement différentes ($\alpha : 0,05$).

Résultats

• Pourcentage d'épis cariés

La Figure 1 montre qu'on peut classer les résultats du traitement effectué en trois groupes:

- un premier groupe significativement différent des autres et formé seulement du témoin inoculé où l'infection a atteint environ 43 % des épis,
- un deuxième groupe formé des traitements au manèbe 48 % et à l'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % dont le pourcentage d'épis cariés se situent entre 5 et 10 %; la différence entre les deux traitements n'est pas significative,
- un dernier groupe formé du témoin non inoculé et des traitements au flutriafol 2,5 % + thiabendazole 2,5 %, au triticonazole 2,5 %, au difénoconazole 3 % et à l'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % + carboxine 50 % qui sont associés à moins de 5 % d'épis cariés; tous ces traitements sont significativement différents de celui à l'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % et non de celui au manèbe 48 %.

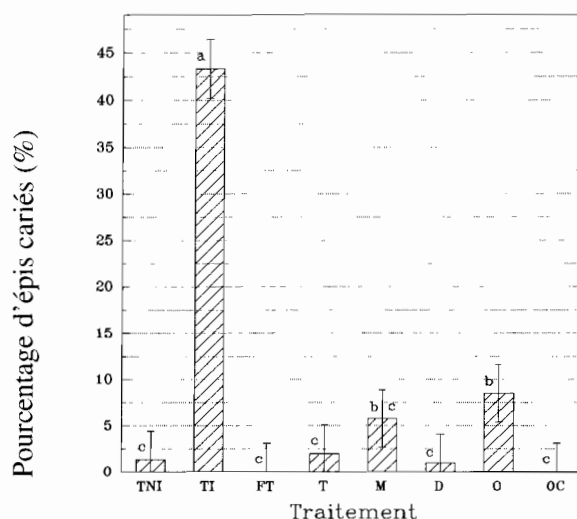


Figure 1: Pourcentage d'épis cariés du blé tendre inoculé (TI) ou non (TNI) avec la carie ou inoculé et traité avec flutriafol 2,5 % + thiabendazole 2,5 % (FT), triticonazole 2,5 % (T), manèbe 48 % (M), difénoconazole 3 % (D), oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % (O) ou oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % + carboxine 50 % (OC). (I = ppds)

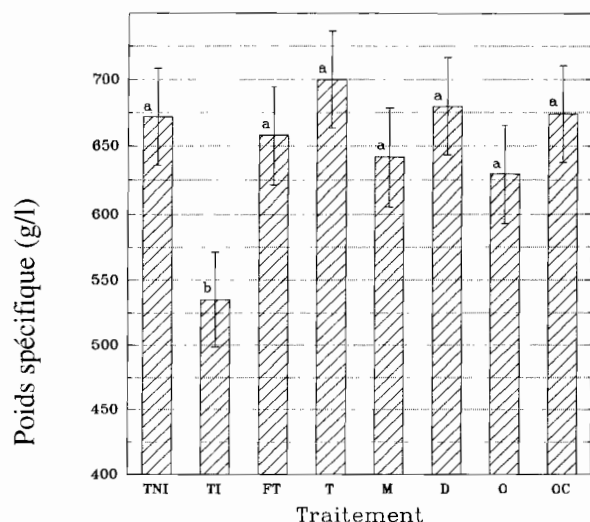


Figure 2: Poids spécifique du blé tendre inoculé (TI) ou non (TNI) avec la carie ou inoculé et traité avec flutriafol 2,5 % + thiabendazole 2,5 % (FT), triticonazole 2,5 % (T) manèbe 48 % (M), difénoconazole 3% (D), oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % (O) ou oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % + carboxine 50 % (OC). l = ppds)

• Poids spécifique

La destruction d'une partie des grains cariés pendant le battage nous a incité à évaluer le poids spécifique au lieu du poids de mille grains. Les résultats obtenus montrent qu'en dehors du témoin inoculé, l'ensemble des poids spécifiques obtenu se situe entre 630 et 700 g/l (Figure 2). Il n'y a pas de différence significative entre les traitements fongicides bien que les valeurs les plus basses ont été enregistrées avec les traitements au manèbe 48 % et à l'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 %. Quant au témoin inoculé, son poids spécifique était significativement plus faible : 535 g/l.

• Rendement

Les résultats relatifs au rendement (Figure 3) sont comparables à ceux du poids spécifique. Ainsi, le rendement significativement le plus faible est obtenu avec le témoin inoculé: 26,5 q/ha. Tous les autres traitements ne sont pas significativement différents et ont donné des rendements voisins compris entre 38 et 46 q/ha. Les valeurs les plus basses sont associées aux traitements avec le manèbe 48 % et l'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 %.

Discussion

D'abord, il est à signaler que les conditions de l'essai n'étaient pas très favorables à la carie. En effet, l'année 1995/96 exceptionnellement pluvieuse a permis à une grande partie des plantes d'échapper à l'infection. En effet, pendant l'automne, lorsque les conditions sont favorables, les semences germent et les plantules émergent, lèvent et dépassent rapidement le stade vulnérable à l'infection (10). Le pourcentage d'épis cariés du témoin inoculé n'a pas pu atteindre 45 % alors qu'il a dépassé 80 % dans un essai anté-

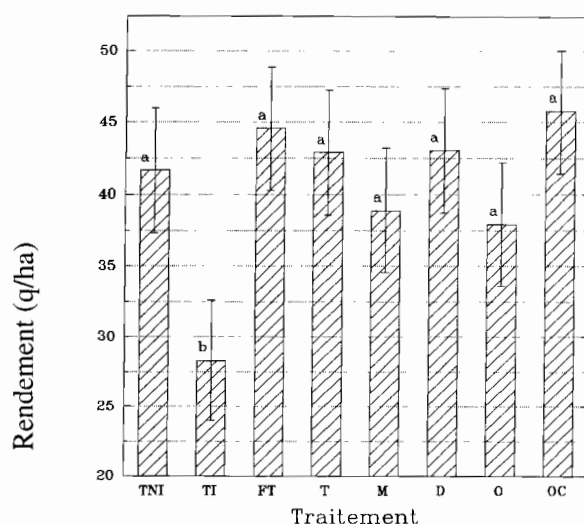


Figure 3: Rendement du blé tendre inoculé (TI) ou non (TNI) avec la carie ou inoculé et traité avec flutriafol 2,5 % + thiabendazole 2,5 % (FT), triticonazole 2,5 % (T), manèbe 48 % (M), difénoconazole 3 % (D), oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % (O) ou oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % + carboxine 50 % (OC). l = ppds)

rieur où l'automne était moins pluvieux (9). Le faible taux d'infection du témoin non inoculé serait due à une infection naturelle et/ou aux conditions de manipulation et de semis.

Les traitements chimiques associés à des infections de moins de 5 % peuvent être considérés comme très efficaces. Par contre, les fongicides sont relativement moins efficaces lorsqu'ils sont associés à 5-10 % d'épis cariés. C'est le cas du manèbe 48 % et de l'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 %. Comme ces produits sont les seuls fongicides de contact, nous pouvons considérer que, dans l'ensemble, les fongicides systémiques en traitement de semences sont les meilleurs. En effet, après germination de la semence et pendant le développement de la plantule, le fongicide systémique absorbé assurerait la protection des organes néoformés encore vulnérables à l'infection. Par contre, ces organes néoformés ne bénéficient pas d'une telle protection dans le cas des fongicides de contact. Nos résultats convergent avec ceux de plusieurs autres études (3,4,7,8).

La forte infection du témoin inoculé s'est répercutée sur le poids spécifique et le rendement qui étaient beaucoup plus faibles que dans le cas des autres traitements (Figures 2 et 3). Cet effet n'a pas touché seulement la quantité mais également la qualité puisque presque la moitié de la production en grains était cariée et n'est pas utilisable (Figure 1). Bien que non significative, une diminution du poids spécifique et du rendement a été obtenue avec les traitements aux fongicides les moins efficaces: manèbe 48 % et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 %. Cette diminution serait à elle seule acceptable si la production en grains était saine. Or, la figure 1 a montré qu'entre 5 et 10 % de cette production est inutilisable.

Références bibliographiques

1. Cherif-Tehrani A. & Okovat M., 1990. Effect of some fungicides on common bunt of wheat *Tilletia foetida* (Wallar.) Liro in irrigated and non-irrigated fields. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, **55**: 1015-1018.
2. Djerbi M., Rajah A., Adjmi H. & Mekni M.S., 1974. Le charbon nu et la carie du blé en Tunisie: Importance et résultats des essais fongicides de la campagne céréalière 1972-1973. *Arch. Inst. Past. Tunis*, **L1**: 61-86.
3. Gaudet D.A., Puchalski B.J. & Entz T., 1989. Effect of environment on efficacy of seed-treatment fungicides for control of common bunt in spring and winter wheat. *Pest. Sci.*, **26**: 241-252.
4. Gaudet D.A., Puchalski B.J. & Entz T., 1992. Application methods influencing the effectiveness of carboxin for control of common bunt caused by *Tilletia tritici* and *T. laevis* in spring wheat. *Pl. Dis.*, **76**: 64-66.
5. Haquin F., 1991. Traitements de semences de céréales: les mutations s'affirment. *Semences et progrès*, **68**: 1-8.
6. Haquin F., 1993. Traitements de semences de céréales: il faut encore y croire! *Semences et progrès*, **76**: 15-28.
7. Huszar J., 1993. Wheat reaction to *Tilletia* species and biological efficiency of chemical seed to control *T. laevis* Kühn and *Blumeria graminis* (DC.) Speer. *Ochrana Rostlin*, **29**: 61-68.
8. Johnsson L., 1991. The effect of seed-dressing against common bunt (*Tilletia caries* (DC) Tul.) in winter wheat in Sweden during 1941-1988. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, **98**: 281-286.
9. Mugnier J., Gouot J.M., Hutt J., Greiner A., Chazalet M., Gaulliard J.M. & Ingram G., 1993. RPA 400727, un nouveau traitement de semences efficace contre les maladies foliaires des céréales. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, **58**: 1411-1419.
10. Nasraoui B., Yahyaoui A., Fnayou S., Khabouchi M. & Ben Harrath B., 1994. La carie du blé en Tunisie: I. - Identification des espèces fongiques responsables et essais de lutte chimique. *Rev. Inst. Nat. Agrono. Tunisie*, **9**: 19-45.
11. Viennot-Bourgin G., 1949. Les champignons parasites des plantes cultivées. Masson & Cie, Editeurs, France.

B. Nasraoui, Tunisien, Dr. en Sciences Agronomiques de la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux (Phytopathologie), Maître de Conférence à l'E.S.A.K., Enseignant-Chercheur en phytopathologie et Directeur de l'Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef en Tunisie.
S. Sammar, Tunisien, Technicien Supérieur, Agent de développement agricole. Laboratoire de Phytopathologie à l'E.S.A.K. du Kef en Tunisie.

BOURSES D'ETUDE POUR LE COURS INTERNATIONAL EN PRODUCTION ET SANTE ANIMALES TROPICALES

Institut de Médecine tropicale Prince Léopold
Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen, Belgique

Le Département de Médecine Vétérinaire de l'IMT organise annuellement le "Cours International de Production et Santé Animales Tropicales" (CIPSAT). Cette formation a pour but d'assurer aux participants une formation scientifique et pratique approfondie dans certains domaines de l'élevage et de la santé animale tropicales, et de promouvoir l'aptitude des participants en matière de la méthodologie de la recherche et de la gestion de projets.

Afin d'assurer une formation théorique, adaptée aux besoins spécifiques de chaque participant, celui-ci constituera son propre programme en choisissant entre dix modules différents. Ainsi, en collaboration avec plusieurs universités belges et étrangères les modules suivants d'une durée de 80 à 100h chacun sont prévus :

1. **Méthodologie de la recherche**
2. **Tiques et les maladies transmises par les tiques**
3. **Trypanosomoses et ses vecteurs**
4. **Maladies vermineuses**
5. **Aspects socio-économiques**
6. **Alimentation et agropastoralisme**
7. **Statistique appliquée**
8. **Epidémiologie**
9. **Techniques de diagnostic**
10. **Problèmes d'élevage en milieu tropical**

Le Diplôme de Spécialisation en Production et Santé Animales Tropicales est attribué aux candidats qui ont réussi le CIPSAT. Afin d'être admis au CIPSAT, le candidat sera détenteur d'un diplôme de Docteur en Médecine Vétérinaire, d'Ingénieur Agronome, ou d'un

diplôme équivalent, jugé approprié par le Conseil Académique de l'IMTA. L'enseignement a lieu en français, mais une connaissance de base de l'anglais est exigée. Le cours commence le premier octobre et se termine fin juin. Les demandes d'inscription doivent parvenir à l'Institut avant le 31 août. Le minerval du cours est fixé à 42.000 FB (± 1.000 EUROS).

Sur demande, un candidat peut être autorisé à ne suivre qu'un ou plusieurs modules spécifiques à la place du programme global. Chaque module sera enseigné à raison d'une vingtaine d'heures par semaine pendant 4 à 6 semaines.

Grâce au support financier de l'Administration Générale de la Coopération au Développement (AGCD), qui co-finance le CIPSAT, l'IMT offre annuellement une dizaine de bourses d'étude aux candidats des pays en voie de développement. Le secrétariat du cours peut fournir de plus amples informations sur les procédures à suivre pour en faire la demande. Les boursiers, qui se sont distingués pendant le CIPSAT, pourront être invités à prolonger leur bourse d'une année supplémentaire afin de pouvoir entamer une formation MSc.

Les personnes, désirant obtenir plus d'informations, sont priées d'écrire au Dr. R. De Deken, coordinateur du CIPSAT, Institut de Médecine tropicale "Prince Léopold", Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen, Belgique, Tél : 32 - (0)3 - 247.66.66, Fax : 32 - (0)3 - 216.14.31, E-mail : rdeken@itg.be ou de consulter le website WWW.ITG.BE.

NOTES TECHNIQUES

TECHNICAL NOTES

TECHNISCHE NOTEN

NOTAS TÉCNICAS

Note préliminaire sur l'étude de la croissance et de la reproduction chez les escargots géants africains. (Archachatines et Achatines)

S.K. Ekoué*

Keywords : Growth – Reproduction – African giant snails – Togo

Résumé

Une étude sur la croissance et la reproduction chez les escargots géants africains a été effectuée durant une année (juillet 91 à septembre 92) à l'Institut National Zootechnique et Vétérinaire (I.N.Z.V.), localisé à Avétonou, Préfecture d'Agou Togo.

Les paramètres de croissance et de reproduction liés à l'élevage des escargots ont été déterminés et comparés aux paramètres existants. Les escargots ont été élevés dans des cages à treillis métallique et sous hangar. Les animaux ont été pesés au départ et suivis sur le plan croissance et reproduction. Les paramètres suivants ont été enregistrés respectivement pour les Archachatines et les Achatines adultes : Poids moyen des reproducteurs : 203 et 252 g; longueur moyenne de la coquille : 11,09 et 12,12 cm, diamètre moyen de la coquille : 6,30 à 6,62 cm. Les mensurations des coquilles chez les petites archachatines (naissains), faites à 1 mois et pendant 3 mois, ont donné une moyenne de longueur et de diamètre de coquille en cm, respectivement de 3,36-2,44 (déc. 91), 3,68-2,15 (janv. 92), 3,90-2,60 (fév. 92). Le taux de mortalité a été respectivement de 5,36%, 4%, 10% pour les Archachatines, les Achatines et les petits de 2 à 3 mois. Les trois phases de la reproduction, accouplement, ponte, éclosion, ont été observées sauf pour les achatines où la phase d'accouplement n'a pas été observée. D'autres paramètres liés à la reproduction tels que, taux d'accouplement, nombre total d'œufs, poids total des œufs, nombre moyen d'œufs/escargot/nid de ponte, intervalle entre accouplement et ponte, durée d'incubation, durée d'éclosion et taux d'éclosion ont été relevés.

Summary

A study on the growth and reproduction in the African giant snail was conducted from July 91 to September 92 at the Institut National Zootechnique et Vétérinaire, INZV, situated at Avétonou, Préfecture d'Agou, Togo.

The parameters on growth and reproduction of snail breeding were determined and compared to existent parameters. The snails were bred in cage under grilling out house. They were regularly weighed and controlled in growth and reproduction. The following results were respectively obtained for Archachatina and Achatina : average weight in g : 203-252; average length of shell in cm : 11.09-12.12; average diameter of shell in cm : 6.30-6.62.

The progenies shell (small snail) measured at 4 months old during 3 months gave mean length and diameters of shell respectively in cm, 3.36-2.44 (Dec. 91), 3.68-2.15 (Jan. 92), 3.90-2.60 (Feb. 92). The mortality rate was respectively 5.36%, 4% and 10% for Archachatina, Achatina and progenies (2 to 3 months old). The three classic phases of reproduction, mating, laying and hatching, were observed except for achatina where mating was not observed. The other parameters observed on reproduction of Archachatina and Achatina were the mating rate, the total number of eggs, the total weight of eggs, the average weight of one egg, the average number of eggs/snail laying, the incubation length, the hatching and the hatching rate.

Introduction

De nos jours le domaine de l'élevage s'élargit et comprend de nouveaux secteurs comme l'aulacodiculture, la vermiculture (Vers), la raniculture (Grenouille), la caviaculture (Cobaye), la cricétomiculture, l'héliciculture (Escargots). Tous ces élevages et quelques autres sont regroupés sous le nom de mini-élevage, préféré à micro-élevage qui devrait être réservé à l'élevage de micro-organismes (8, 17).

En Afrique, l'élevage des escargots géants intéresse beaucoup de chercheurs, compte tenu d'une part du rôle qu'il joue dans l'alimentation des populations rurales et d'autre part de la pénurie qui s'installe progressivement par suite des ramassages intensifs. Deux principaux genres existent : le genre *Achatina* et le

genre *Archachatina*. Tous deux appartiennent à la sous-famille des Achatinidae (8, 10, 17, 18). - (Photos 1 & 2).

Au Togo les espèces les plus répandues sont *Achatina achatina* (Linné) et *Archachatina degneri* (Bequaert et Clench)(7).

Comme beaucoup d'auteurs (6, 10, 13, 17, 19) s'accordent à le dire, la chair d'escargot représente une importante source de protéines animales pour les populations rurales. Une étude allemande faite en Côte d'Ivoire et citée par Morkramer (14), révèle que la contribution de la chair d'escargot dans la consommation nationale de produits animaux est de 1,2%, celle des porcins est de 1,1% tandis que celle des caprins et ovins est de 1,6%.

* Section aviculture et élevages spéciaux à l'INZV - B.P. 27, Agou-Gare - Togo
Reçu le 05.04.95 et accepté pour publication le 10.06.97.

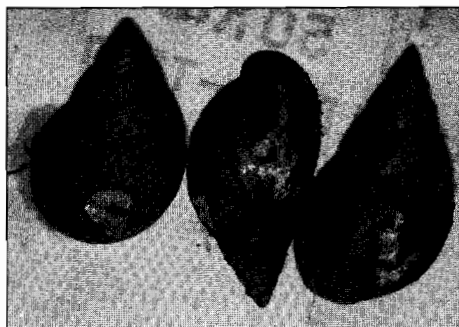
Photo 1 : *Achatina achatina*Photo 2 : *Archachatina Sp*

Photo 3 : le hangar abritant les cages.

La chair d'escargot contient beaucoup de minéraux notamment du calcium, du magnésium et du fer (14, 17). Elle est riche en acides aminés dont la lysine (17, 18).

Les zones normales de présence des escargots en Afrique sont les forêts tropicales, les forêts galeries et les sous-bois humides (9). Des études ont été faites sur plusieurs espèces d'escargots à travers le monde mais en Afrique, à part les travaux de Hodasi (9), de Mead (11) sur les escargots géants africains et récemment de Stiévenart et Hardouin (16, 17, 18) beaucoup reste à faire sur l'élevage des escargots géants africains.

L'objectif du présent travail est d'arriver à déterminer quelques paramètres liés à la croissance et à la reproduction de l'escargot afin de les comparer à ceux d'autres chercheurs.

Matériel et méthodes

Cadre et durée de l'étude

L'étude s'est déroulée à l'Institut National Zootechnique et Vétérinaire (INZV ex. CREAT) sis à Avétonou, situé à 100 km de Lomé vers Kpalimé.

L'INZV est installé dans une région de forêts (préfecture d'Agou) véritable domaine où abondent naturellement les escargots. La moyenne des précipitations annuelles est de 1100 à 1200 mm avec deux saisons pluvieuses (avril à juillet et septembre à octobre). L'humidité relative moyenne de l'air est de 83% pour une température moyenne de 27° C.

L'étude a démarré de juillet 1991 et a été terminée en septembre 1992.

Elle a réellement couvert une grande saison et deux petites saisons pluvieuses.

Matériel

MATÉRIEL ANIMAL

Un échantillon de 81 escargots au total a été suivi. On distingue un lot d'*Achatina achatina* (25) et un lot d'*Archachatina Sp* (56). Les escargots ont été achetés à 20 km d'Avétonou à Tové Agbessia chez les revendeuses d'escargots qui ont pris soin de les trier. Les animaux sont nourris avec les feuilles de *Xanthosoma Sp.* (taro) et l'aliment sec juvénile dont la formule, inspirée de celle de Chevallier (1), est :

- 40% maïs
- 18% son cubé

- 20% farine de poisson
- 20% coquille d'huître
- 2% complément vitaminé et minéralisé (layfort)

INFRASTRUCTURES

- *Hangar* : Fait en bois, il est entouré de tous les côtés par du grillage à mailles de 1,5 cm.

Avec sa toiture en feuilles de palmier, le hangar est entouré par une rigole avec recouvrement de ciment juste au niveau du sol. On y verse de l'huile de vidange mélangée avec un peu de baycol pour éloigner les prédateurs (fourmis magnans surtout). Il mesure 7 m de long, 6 m de large et 2,5 m de haut (photo 3).

- *Cages* : Elles mesurent 2 m de long, 1,5 m de large et 35 cm de hauteur et sont semblables aux parcs proposés par Dubourg (5). Les parois des cages sont recouvertes de grillage à mailles de 3 mm (photo 4).

Dans le cadre de l'étude, trois cages sont destinées aux reproducteurs et une aux naissains (petits escargots) à raison de 7 à 10 escargots adultes par m² et 20 à 30 petits par m² au fond de cages (14), soit 21 à 30 adultes/cage et 60 à 90 petits/cage. Les cages sont fixées au sol à l'aide de leur support en bois avec tout le pourtour touchant le sol.

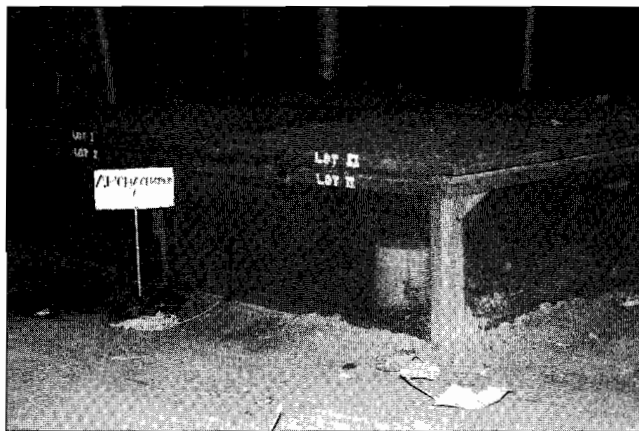


Photo 4 : cage abritant les escargots (escargotière).

MATÉRIEL TECHNIQUE

Il comprend :

Une balance de portée 100 g, une balance de portée de 5000 g, un pied à coulisse avec vernier, des thermomètres, des formes de panonceaux en bois (tige en bois surmontée d'une plaquette de contre-plaqué de 15 cm² de surface), un hygromètre à cheveux, un pinceau et de la peinture blanche.

Méthodes

DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE

Un lot de 25 naissains (petits escargots) a été constitué pour déterminer les Gains Quotidiens Moyens (GQM). Les animaux ont été pesés mensuellement. La mesure de la longueur et du diamètre de leur coquille n'a pas été faite vu les difficultés de maniement de la coquille fragile des naissains.

Les reproducteurs achetés à Tove à 25 km de l'Institut ont été pesés à leur arrivée et mensuellement. La mesure de la longueur et du diamètre de la coquille des adultes, qui est un des paramètres de la croissance, n'a pas présenté de difficultés.

La température du hangar est relevée le matin, le midi et le soir à l'aide du thermomètre (maxi/mini) accroché au grillage à l'intérieur du hangar. L'humidité relative a été celle du hangar. Trois mesures ont permis d'établir une moyenne journalière.

Tous les escargots étaient reconnaissables par les numéros peints en blanc sur la coquille.

DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE REPRODUCTION

Des formes de panonceaux en bois fixés près des nids de ponte ont permis de repérer ces nids, en prenant soin d'inscrire sur le panonceau la date de ponte et la date d'éclosion. Les différents nids de ponte sont contrôlés matin et soir, surtout à partir du début de la troisième semaine d'incubation jusqu'à la sortie des petits escargots. Préalablement les œufs sont comptés et pesés.

A l'éclosion, les petits escargots sont comptés afin d'apprécier le taux d'éclosion par nid de ponte. La durée de la période de ponte n'a pas pu être suivie à cause de sa complexité, alors que l'intervalle entre l'accouplement et la ponte a été calculé.

Des pondoires spéciaux n'ont pas été aménagés pour les escargots qui pondent les œufs dans des petits trous (nids de ponte) qu'ils creusent dans les cages qui les abritent. Certains œufs se retrouvent sur la terre sans trou.

Résultats

Paramètres de croissance

La notion de croissance chez les escargots est une notion difficile à définir et à évaluer compte tenu de périodes d'estivation ou d'hibernation d'une part, et du caractère poikilotherme d'autre part.

Les paramètres qui ont permis d'apprécier la croissance sont : la longueur et le diamètre de la coquille ainsi que le poids des escargots.

Pour la longueur et le diamètre, ils n'ont été appréciés qu'à 4 mois d'âge par suite des tailles réduites.

Les pesées ont eu lieu depuis la naissance jusqu'à l'âge de 5 mois (septembre à janvier 1992).

Les mesures de longueurs et de diamètres des coquilles de jeunes escargots n'ont été faites que de décembre

1991 à février 1992. Les mensurations ont été arrêtées en février pour cause de troubles socio-politiques.

Tableau 1 : Longueur et diamètre de la coquille des jeunes *Archachatina* (à 4 mois d'âge). n = 25

	décembre 91		janvier 92		février 92	
	X	δ	X	δ	X	δ
Longueur (cm)	3,66	0,30	3,68	0,29	3,90	0,20
Diamètre (cm)	2,44	0,19	2,45	0,15	2,60	0,10

X = moyenne

δ = écart type

Tableau 2 : Evolution pondérale et GQM des petits escargots (*Archachatina Sp*) n = 25

Age des escargots	Paramètres		Gains Quotiens moyens en g. (G.Q.M.)
	Poids		
	X	δ	
A la naissance	2,36	0,44	-
1 mois	5,02	0,79	2,21
2 mois	6,98	0,60	1,58
3 mois	8,32	0,60	1,11
4 mois	9,55	0,92	0,99
5 mois	10,52	1,62	0,78

LES REPRODUCTEURS

Archachatina Sp

Durant les 9 mois de suivi des escargots d'expérience, 3 escargots sont morts sur les 56 qui constituaient l'échantillon, soit un taux de mortalité de 5,36% pour les 9 mois.

Les escargots étaient pesés et mesurés tous les mois pendant 9 mois, ce qui a donné :

- Poids : 203 g (100-390)
- Longueur de la coquille : 11,09 cm (7,5-12)
- Diamètre de la coquille : 6,30 (5,2-8,8)

Achatina achatina

L'échantillon est constitué de 25 escargots, on a enregistré une seule mortalité au cours des 9 mois qu'a duré le suivi, soit un taux de mortalité de 4% sur les 9 mois.

Les pesées et mensurations dont donné :

- Poids : 252 g (120-460)
- Longueur de la coquille : 12,12 cm (10-15,9)
- Diamètre de la coquille : 6,62 cm (5,1-9,8)

JEUNES ESCARGOTS

Archachatina Sp

On a enregistré un taux de mortalité égal à 8% (2 morts sur 25 petits suivis) jusqu'à deux mois et demi d'âge par écrasements lors de maniement et d'autres causes inconnues.

Achatina achatina

L'évolution pondérale et le GQM n'ont pas été appréciés à cause de la taille très petite qui rend les manipulations et l'identification par les numéros difficiles voire dangereuses. Le poids moyen à la naissance est cependant connu (0,19 g). Le taux de mortalité est d'environ 12% à deux mois et demi d'âge.

Paramètres de reproduction

L'ACCOUPLEMENT

Durant l'expérience, on a observé plusieurs fois l'accouplement dans le lot des Archachatines alors que dans le lot des Achatines rien n'a été observé. Cela semblerait confirmer la probabilité chez ces dernières d'autofécondation comme l'avait déjà souligné Codjia (2). On a aussi noté que deux escargots qui s'accouplent (cas des Archachatines) ne donnent pas obligatoirement des œufs tous les deux. On a également remarqué qu'il y avait moins d'accouplements dans le lot des Archachatines à la deuxième saison de l'expérience.

LA PONTE

La ponte chez les Archachatines a eu lieu environ trois semaines après l'accouplement.

L'escargot creuse un trou dans lequel il dépose les œufs, puis le couvre avec de la terre. Dans le cas de l'étude, il est arrivé que tous les œufs ne soient pas déposés dans le trou; les œufs trouvés hors du trou y ont été ramenés avec les autres.

On a enregistré au cours de l'année d'étude quatre séries de ponte pour les Archachatines et une seule pour les Achatines.

Le nombre moyen d'œufs par ponte est de 9 pour les Archachatines et de 179 pour les Achatines.

Le poids moyen d'un œuf d'Archachatine est de 2,31 g et celui d'Achatine est de 0,19 g.

L'ÉCLOSION

Selon les observations réalisées l'éclosion a lieu trois à quatre semaines après la ponte. Cette éclosion dure 3 à 4 jours chez les Archachatines et semble plus courte chez les Achatines où elle s'étend sur 2 à 3 jours.

Les jeunes escargots éclos sont immédiatement pesés à leur sortie. On a obtenu un poids moyen à la naissance d'une jeune Archachatine qui est égal à 2,36 g. Ce poids n'a pas été obtenu pour les jeunes Achatines pour qui le maniement est difficile surtout que ces jeunes sont plus petits de taille que les petites Archachatines.

AUTRES PARAMÈTRES

Les autres résultats liés à la reproduction sont consignés dans le tableau 3.

Tableau 3

Paramètres	<i>Archachatina</i> Sp. (n = 56)	<i>Achatina</i> a. (n = 25)
Taux d'accouplement (%)	48	-
Nombre total d'œufs	540	1253
Poids total des œufs (g)	1252	257
Nombre moyen d'œufs/escargot par nid de ponte (série)	9	179
Poids moyen d'un œuf (g)	2,31	0,19
Intervalle entre accouplement et ponte (j)	22 ± 6	-
Durée d'incubation (j)	31,5 ± 4	22,4 ± 3
Durée d'éclosion (j)	3 à 4	2 à 3
Taux d'éclosion (%)	79	90

$$\text{Taux d'accouplement} = \frac{\text{Nombre d'individus s'accouplant}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100 \quad (3)$$

Discussion

Sur la croissance

Beaucoup d'auteurs (1, 9, 17) ont apprécié la croissance par le poids, la longueur et le diamètre de la coquille de l'escargot. Stiévenart (11) a vu le problème sous l'aspect de deux lots, l'un ayant reçu comme complémentation la craie et l'autre n'en ayant pas eu, et elle a trouvé que le lot bénéficiant de la craie a réalisé une meilleure croissance (poids et longueur de la coquille) par rapport à l'autre.

Dans le cadre de cette étude, les mesures n'ont pu être faites dès l'éclosion à cause de la coquille très fragile des petits escargots difficilement maniable à l'aide d'un pied à coulisse. On a attendu quatre mois avant de le faire, les troubles socio-politiques ont entravé la poursuite des travaux.

Pour les adultes d'âge et de formes différentes, les mesures ont été faites avec les pesées dès leur arrivée et ceci tous les mois jusqu'à la fin de l'expérience. Ces différences d'âge et de forme ont montré la grande variabilité des longueurs, diamètres et poids moyen. Dans ces conditions, les résultats (longueur moyenne de la coquille) sont très proches de ceux de la FAO (13 cm).

Sur la reproduction

ACCOUPLEMENT

Toutes les visites (3 fois/jour) ont été faites le jour. Aucune visite n'est faite la nuit ce qui veut dire que des accouplements ayant lieu la nuit ont échappé à notre contrôle. Ceci semble peut-être justifier le taux d'accouplement inférieur à 50%.

PONTE

Au cours de l'expérience, un lieu de ponte spécial n'a pas été aménagé pour les escargots. Ils pondent naturellement en creusant le sol des cages. Ainsi certains lieux de ponte ont échappé à notre contrôle surtout chez les Archachatines. Malgré ces conditions, les résultats n'ont pas été très différents de ceux des autres chercheurs. Ils se retrouvent dans les intervalles donnés par la FAO (7) (100 à 300 œufs/semaine).

Morkramer (13) (140 à 180 œufs), et Codjia (2) (100 à 250 œufs), Hodasi (9) donne quant à lui une moyenne de 167,7 œufs/semaine après des investigations sur les Achatines. Pour les Archachatines les résultats restent comparables à ceux de Hodasi (9) 5 à 10 œufs et Codjia (2) 4 à 12 œufs.

L'ÉCLOSION

Elle est identifiée par la sortie des jeunes escargots. Selon les conditions de cette expérience, on a observé un taux d'éclosion plus élevé chez les Achatines que chez les Archachatines. Les causes profondes de cette différence n'ont pas été déterminées mais tout porte à croire que les Achatines sont plus précoces du point de vue durée d'incubation. Leur taux d'éclosion est plus élevé que celui des Archachatines. La durée d'éclosion pour les deux espèces d'escargots géants a presque été la même au cours de ce travail. Des éclosions bien

adaptés et un terrium pour cette recherche auraient pu permettre d'avoir des résultats plus approfondis.

La différence entre les poids de l'œuf d'Archachatina et le poids à la naissance d'un jeune Archachatina est due au fait que les jeunes ne sont pesés qu'un certain temps après l'éclosion.

Conclusions et recommandations

Tous les auteurs s'accordent pour dire que l'héliciculture est un domaine plein d'avenir. Cette étude fournit des paramètres préliminaires de croissance et de reproduction qui correspondent aux conditions décrites dans l'essai. La chair d'escargot est traditionnellement consommée sur place et à cet effet, l'héliciculture doit recevoir une attention particulière vu l'importance du ramassage excessif par les populations rurales. Des mesures urgentes doivent donc être prises pour intéresser les populations rurales à l'élevage des escargots. Pour cette raison, il est nécessaire d'envisager à court terme la formation des producteurs en héliciculture pour éviter que la faune sauvage d'escargots ne disparaisse.

Notre environnement doit être sauvegardé pour les générations futures.

Mais avant tout, il incombe aux chercheurs d'approfondir les connaissances précises pour les pays, notamment la répartition des différentes espèces d'escargots géants, une étude du marché de l'escargot et une évolution de l'incidence économique de son commerce sur

les populations rurales (6).

C'est à ce seul prix que l'héliciculture intensive peut voir le jour dans nos pays et jouer le rôle qui lui est dévolu sans porter atteinte à l'environnement.

Les résultats de la présente étude ne sont que les premières notes de l'étude sur la croissance et la reproduction chez les escargots géants africains. Il reste à les approfondir et surtout trouver des moyens de mesurer la longueur et le diamètre de la coquille à partir de l'éclosion jusqu'à l'âge adulte.

Remerciements

Mes remerciements s'adressent au Dr Kombaté, Directeur de l'Institut National Zootechnique et Vétérinaire (I.N.Z.V.) pour son soutien moral lors de la mise en forme de cette publication.

Je dédie ma reconnaissance au Dr K. Adomefa, Directeur Scientifique de la Recherche Agronomique (DSRA) et ex-Directeur de l'INZV, pour sa participation active dans la conception du projet d'étude sur les escargots.

Je n'oublie pas tous les collègues de l'Institut qui ont apporté leur plus pour l'amélioration du travail.

Mes sincères remerciements au Professeur J. Hardouin et au Dr C. Stiévenart pour leur soutien technique à travers leur bulletin B.E.D.I.M

Références bibliographiques

- Chevallier H., 1985. L'élevage des escargots. Production et préparation du petit gris – Edition du point vétérinaire – 128
- Codjia C., 1991. Ecologie, Conduite d'élevage, Reproduction chez les Achatines – Séminaire sur le petit gibier – Cotonou
- Daguzan J., 1981. Contribution à l'élevage de l'escargot "Petit gris" : *Hélix aspersa* Muller (Mollusque gastéropode pulmoné stylomatophore). I – Reproduction et éclosion des jeunes en bâtiment et en conditions thermohygrométriques contrôlées – Ann. Zootech. **30** (2) 249-272.
- Daguzan J., 1982. Contribution à l'élevage de l'escargot "Petit gris" : *Hélix aspersa* Muller (Mollusque gastéropode pulmoné stylomatophore). II – Evolution de la population juvénile de l'éclosion à l'âge de 12 semaines, en bâtiment et en conditions d'élevage contrôlées. Ann. Zootech. **31** (2) 87-110.
- Dubourg A., 1982. Elever des escargots, pourquoi pas ?
- Elmslie J., 1982. Encyclopédie des connaissances pratiques – 89 p. Escargots et héliciculture – Rev. Word Zootech. **41** pp. 20-26.
- FAO, 1988. Série apprentissage agricole – L'élevage des escargots – Tomes 1, 2.
- Hardouin J. et Stiévenart Corinne, 1991. Le mini-élevage dans les pays tropicaux – CTA pp. 11-18.
- Hodasi J., 1978. Life history studies of *Achatina achatina achatina* (Linné) – J. moll. stud. **45**, 328-339.
- Hodasi J., 1984. Les escargots géants comestibles d'Afrique Occidentale – Revue mond. de Zootech. **52** 24-28.
- Mead A.R., 1987. The Giant African Snail – Chicago, The University of Chicago Press.
- Mioulane P., 1987. L'élevage des escargots – Manuel pratique – Edition de Vechi 111 p.
- Morkramer G. & Coll., 1989. Opportunities for utilizing the African giant snail – Animal Research and Development – Vol. **29**, 60-71.
- Morkramer G. & Peter, 1990. Protocole d'étude sur le sommeil hibernale (anhydrobiose de l'escargot géant africain pour sa croissance et sa reproduction : possibilité d'influer sur ce phénomène).
- Morkramer G., 1991. Studies on reproductive and growth processes in the African giant snail. Proceeding of the seminar "Invertebrates (mini livestock) Farming – Philippines Nov. 1992, pp. 180-182.
- Stiévenart Corinne, 1990. Importance de la combinaison des paramètres poids vif et longueur de coquille pour l'appréciation de la croissance chez les escargots géants africains. Livestock Research for Rural Development. Vol. **2** (3), 66-75.
- Stiévenart Corinne & Hardouin J., 1990. Manuel d'élevage des escargots géants africains sous les tropiques CTA – 38 p.
- Stiévenart Corinne, 1992. Biology of some Achatinidae Known as edible Snail. Proceeding of the seminar "Invertebrates" (mini-livestock) farming – Philippines Nov. 1992 – pp. 145-154.
- Stiévenart Corinne, 1992. Giant African snail as feed or food. Proceeding of the seminar "Invertebrates" (mini-livestock) farming – Philippines Nov. 1992 pp. 180-182.

S.K. Ekoué, Togolais, Ingénieur, Agro-Zootechnicien chargé de la S/Section Aviculture et Elevages spéciaux à l'INZV. BP : 27 Agou-Gare, Togo.

Influence of Worm Density on the Growth of *Eudrilus eugeniae*

A. Vorsters, F. Demey & J. Hardouin*

Keywords : Earthworm – Density – *Eudrilus eugeniae* – Biomass – Growth – Reproduction.

Summary

The experiment shows that there is an optimal density to obtain the highest biomass when rearing hatchlings of *Eudrilus eugeniae*. Higher densities induce lower individual weight gain and longer duration to sexual maturity.

Résumé

L'expérience montre qu'il existe, pour élever des ver-misseaux d'*Eudrilus eugeniae*, une densité optimale qui aboutit à une biomasse maximale. Des densités plus élevées entraînent un gain de poids individuel plus faible et une durée prolongée pour atteindre le stade adulte.

Introduction

It is well known that feeds for monogastrics need to contain proteins of high quality. Since several years the terrestrial *Oligochaeta* are mentioned as potential protein source for animal feed. Feeding trials have already demonstrated that one can replace fish or meat meal in chicken feed by earthworm meal. The earthworm *Eudrilus eugeniae* belongs to the class of *Oligochaeta*, family of the Eudrilidae and is indigenous in West-Africa. Time to mature varies between 49 and 68 days according to authors. Viljoen and Reinecke have found that the hatchlings became adult in 45 days and at a weight of 1.5 gram, that in average a full grown adult weighs 2.9 gram, produces 1.2 cocoons per day and 2.7 hatchlings per cocoon. Analysis in the effect of cohabitation between the hatchlings and the mature worms showed that the gain of biomass in the system stops after some time; this is also mentioned for *Eisenia foetida*. We personally found a number of adults inferior to the number we could expect by calculation using the results of the life cycle. Viljoen and Reinecke already pointed out that "It seems evident that worm density affects both growth and reproduction, independent of the role of food availability."

Material and Methods

The earthworm *E. eugeniae* used in the present study was obtained from the Université Nationale du Bénin, Faculté des Sciences Agronomiques (UNB/FSA). The hatchlings were produced at the laboratory of the Tropical Animal Production Unit (SPAT). From a pool of hatchlings, aging 1 to 9 days and produced by the same group of reproducers, different groups were made at random.

The substrate consisted of 1 liter of commercial garden compost and 30 grams of rabbit droppings (RD) on day DO, with a ratio volume/free area of 1000 cc/100 square cm. Every 2 weeks, and from day D28 every week, 30 grams of RD were added. The rearing substrate was placed in plastic cylindrical recipients (diameter 12 cm, height 15 cm and a free surface of 100 cm²) put on a laboratory shelter at $\pm 20^\circ \text{C}$.

Twice a week, the humidity was checked and adjusted if required. Considering the problems described by Reinecke and Venter in the determination of the humidity and due to the decreasing size of the particles during the experiment, the control was based on visual and tactile sensations. The humidity, equal in all the recipients, was high but without any free water at the bottom of the containers. Twice a week the complete substrate was turned up and mixed for better aeration. The hatchlings were weighed individually with a balance METTLER BB120 (centigram accuracy) at days D25, D34, D42 and D49. Before weighing the hatchlings were washed and kept for a few seconds on absorbent paper. Four different densities were studied by placing 10, 30, 50 and 72 hatchlings in four identical recipients labelled A, B, C and D.

Results

The mean weight increased faster with the decrease in the density (Table 1). The highest biomass was obtained at a density of 30 worms per recipient (Table 2). While weighing the worms it was noticed that at day D34, all the worms in recipient A were adult while only a part of the population in recipient B. Recipient C and D did not contain a single worm with a clitellum till day D49 when the experiment was closed.

Table 1 : Changes in mean individual weight of *Eudrilus eugeniae* kept at various densities under similar conditions.

Time (days)	10 worms	Mean individual weight (g)	30 worms	50 worms	72 worms
0	0.02 $\pm$ nd	0.01 $\pm$ nd	0.01 $\pm$ nd	0.01 $\pm$ nd	0.01 $\pm$ nd
7	0.11 $\pm$ nd	0.03 $\pm$ nd	0.02 $\pm$ nd	0.02 $\pm$ nd	0.02 $\pm$ nd
25	0.88 $\pm$ 0.18	0.50 $\pm$ 0.14	0.23 $\pm$ 0.10	0.17 $\pm$ 0.07	
34	1.4 $\pm$ 0.23	0.78 $\pm$ 0.21	0.30 $\pm$ 0.15	0.24 $\pm$ 0.10	
42	1.69 $\pm$ 0.31	0.96 $\pm$ 0.22	0.44 $\pm$ 0.18	0.30 $\pm$ 0.11	
49	2.04 $\pm$ 0.36	1.11 $\pm$ 0.19	0.54 $\pm$ 0.20	0.35 $\pm$ 0.13	

From day 25 until the end is the difference in mean weight between the different densities very significant ($P < 0.0001$) (nd not determined).

* BEDIM Secretariat Fac., Univ. Sc. Agron., 2 Passage des Déportés, B-5030 Gembloux, Belgium.
Received on 23.07.97 and accepted for publication on 11.08.97.

Table 2 : Changes in total worm biomass of *Eudrilus eugeniae* kept at various densities under similar conditions.

Time (days)	10 worms	30 worms	50 worms	72 worms
0	0.2	0.3	0.5	0.6
7	1.1	1.0	1.0	1.2
25	8.8	15.0	11.7	12.2
34	14.0	23.5	15.2	17.1
42	16.9	28.8	22.1	21.9
49	20.4	33.3	26.6	25.4

The best correlation between the average individual weight (y) and the density (x) was expressed as an exponential curve of the form $y = \exp(a+bx)$ with "a" being the intercept and "b" the slope.

Using this formula one can calculate that the optimal density xop for a maximum total biomass (x times y) is obtained when $xop = -1/b$. The various optimal densities at different days are given in Table 3.

Table 3 : Correlation $y = \exp(a+bx)$ between mean individual weight (y) and density (x) of *E. eugeniae* at different days of the experiment and the calculated optimal densities.

Day	Intercept a	Slope b	Optimal density Xop = -1/b
25	0.0514	- 0.0267	37
34	0.5922	- 0.0303	33
42	0.7816	- 0.0286	35
49	0.9639	- 0.0291	34

Discussion

The density of the hatchlings had an influence on the evolution of their individual weight. For young adults of the species *Eisenia foetida* Viljoen and Reinecke (13) found also that growth was influenced by the density of

the earthworms. The range of densities tested allowed to determine the optimal density for rearing *E. eugeniae* in the given condition. After 34 days the same treatment gave 23.5 g/dm² fresh worm biomass with a density of 30 hatchlings/dm², but only 70% of this production was observed with 72 hatchlings/dm² and 60% with 10 hatchlings/dm². The 4 groups show a linear growth and the fluctuation of the xop at day 25-34-42-49 (Table 3) is very small. This could indicate that food availability (g RD/g worm) is not the only determining factor of growth. The food availability is changing significantly during the experiment without changing the linearity of the growth nor the optimal densities.

Besides an influence on growth, it was noticed that sexual maturity is reached later at higher densities. At a density of 10 worms/dm² the adolescence period is comparable with that found by Viljoen and Reinecke (12). It was also observed that at a density of more than 50/dm² not a single worm was adult after 49 days. This effect was neither studied by Neuhauser, Hartenstein and Kaplan (5) nor by Viljoen and Reinecke (13) on *E. foetida*.

Conclusion

This experiment shows the relative value of many research findings on the biological life cycle on earthworms, as the conditions used to rear earthworms play a large role on the results. This study shows also the existence of an optimal density to produce a maximal biomass from hatchlings of same age and reared in same conditions. Consequently vermiculturists should not only pay attention to temperature and food availability but also to control the worm population if they want to produce high amounts of worm biomass. As *Eudrilus eugeniae* has the capacity to produce many offsprings in a short period, the density becomes quickly too high, which has a negative influence on the total biomass production and on the number of adults. A high production requires harvesting the worms and their transposition in more favourable conditions.

SAMENVATTING

Het experiment toont aan dat er een optimale densiteit bestaat om een maximale biomassa te bekomen voor het kweken van *Eudrilus eugeniae* wormen. Hogere densiteiten veroorzaken een lagere individuele gewichtstoename en een langere periode om het volwassen stadium te bereiken.

Literature

- Barcelo, P.M., 1988. Production and utilization of earthworms as feeds for broilers in the Philippines. *Tropicultura* 6 : 21-24.
- Bouché, M., 1984. Les vers de terre. *La recherche* 156 : 796-804.
- Guerrero, R.D. 1983. The culture and use of *Perionyx excavatus* as a protein resource in the Philippines. In : Satchell, J.E. ed. *Earthworm ecology*, from Darwin to Vermiculture Chapman & Hall, London, pp. 309-313.
- Hartenstein, R., 1981. Production and Earthworms as a Potentially Economical Source of Protein. *Biotechnology and Bioengineering* 13 : 1797-1811
- Neuhauser, E.F., Kaplan, D.L. & Hartenstein, R., 1979. Life history of the earthworm *Eudrilus eugeniae*. *Rev. Ecol. Biol. Soc.* 16 : 525-534.
- Ngeukam, 1990. Production et utilisation des vers de terre comme source de protéines animales dans l'alimentation des poulets de chair en finition. *Mémoire d'Ingénieur Agronome*. Centre Universitaire de Dschang.
- Reinecke, A.J. & Venter, J.M., 1985. The influence of moisture on the growth and reproduction of the compost worm *Eisenia foetida* (*Oligochaeta*). *Rev. Ecol. Biol. Soc.* 16 : 525-534.
- Reinecke, A.J., Hayes, J.P. & Cilliers, S.C., 1991. Protein quality of three species of earthworms. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 21 : 99-103.
- Rodriguez, C., Canetti, M.E., Reines, M. & Sierra, A., 1986. Life-Cycle of *Eudrilus eugeniae* (*Oligochaeta* : *Eudrilidae*) at 30° Celsius. *Poeyana. Inst. Zool. Cienc. Cuba* 326 : 1-13.
- Schultz, E. & Graff, O., 1977. Zur bewertung von regenwurmmehl aus *Eisenia foetida* (Savigny 1826) als eiweissfuttermittel. *Landbauforschung Völknerode* 27 : 216-218.
- Ulep, L.J.L. & Lopez, L., 1982. The production, processing and evaluation of the nutritive value of the earthworm *Perionyx excavatus* as feed for broilers. Ph. D. thesis University of the Philippines.
- Viljoen, S.A. & Reinecke, A.J., 1989. Life cycle of the African nightcrawler, *Eudrilus eugeniae* (*Oligochaeta*). *South Africa Journal of Zoology* 24 : 27-32.
- Viljoen, S.A. & Reinecke, A.J., 1990. Moisture preferences, growth and reproduction of the African nightcrawler, *Eudrilus eugeniae* (*Oligochaeta*). *South Africa Journal Zoology* 25 : 155-160.

* A. Vorsters, Belgian, Agronomist (VUB), M. Sc. (ITM), Int. Product Specialist Innogenetics.

** F. Demey, Belgian, Agronomist (KUL), Ph. D. (ITM), First Assistant ITM.

*** J. Hardouin, Belgian, Agronomist (FUSAGx), Dr. in Vet. Med. (Cureghem), Emeritus Professor (ITM).

Etude de la croissance, de la reproduction et de l'exploitation de *Limnothrissa miodon* (Boulenger, 1906), au Lac Kivu, bassin de Bukavu, République Démocratique du Congo

M. Kaningini

Unité d'Ecologie des Eaux Douces, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, rue de Bruxelles, 61, B-5000 Namur

Résumé de la thèse de Doctorat en Sciences, groupe biologie présentée et défendue le 3 juin 1994 aux Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Faculté des Sciences, de Namur en Belgique.

Résumé

L'étude de la croissance, de la reproduction et de l'exploitation de *Limnothrissa miodon* (Boulenger, 1906), petit poisson Clupeidae introduit en 1958-1960 au lac Kivu, a été menée de janvier 1988 à septembre 1993 dans la partie Sud du lac constituant le bassin de Bukavu.

L'analyse de la progression modale des histogrammes des fréquences de longueurs de 22 fichiers mensuels constitués à partir des données des zones côtière et pélagique confondues, de janvier 1988 à novembre 1989, donne des valeurs plausibles ($L_{\infty} = 180$ mm, $K = 0,8$), mais le caractère continu du recrutement de cette espèce ne satisfait pas aux critères d'application de cette méthode.

L'examen des écailles de poissons, de taille comprise entre 27 et 169 mm de longueur totale, permet de constater la présence de 1, 2 et rarement 3 ou 4 marques sur les écailles des *L. miodon*. Les longueurs totales moyennes rétrocalculées à l'apparition de la première et de la seconde marques sont respectivement de 108 et 119 mm (écart type = 1,05). Les marques observées ne sont donc pas annuelles.

L'observation et le comptage en microscope optique (x 250, 400, 500 et 630) de stries sur les otolithes des larves aux lacs Tanganyika et Kariba. Durant les deux premiers mois de vie, l'accroissement moyen mensuel en longueur des larves est de 12,3 mm. Cet accroissement correspond à une augmentation en longueur de 0,41 mm/jour. La correspondance âge-taille a été établie pour les larves et les juvéniles. Les larves de 15 mm de longueur pêchées chaque mois en zone littorale ont environ 36 jours d'âge. L'équation générale de la croissance en longueur établie est :

$L_t = 170,4 \cdot (1 - \exp(-1,2(t+0,08)))$. La longueur asymptotique $L_{\infty} = 170,4$ mm a été estimée à partir des mesures de dix plus grands poissons de notre échantillon global (> 130000). L'équation globale de la relation logarithmique entre le poids et la longueur des immatures, des femelles et des mâles de *L. miodon* se résume par la formule :

$\log P_t = -4,5 + 2,7 \log L_t$ ($R^2 = 0,8765$, $N = 19665$).

L'analyse de l'évolution du rapport gondosomatique (RGS) montre une variation mensuelle et annuelle irrégulière. La capture mensuelle des larves durant tous les mois de l'année et la présence des individus sexuellement mûrs dans tous les échantillons journaliers et mensuels indiquent que la reproduction s'étale sur toute l'année. La période d'abondant recrutement serait liée au hasard de la rencontre d'une génération de recrues avec la période de bloom zooplanctonique. La première maturité sexuelle intervient lorsque les poissons ont 69 et 73 mm respectivement pour les mâles et pour les femelles. La présence de larves de *L. miodon* à la fois en milieu littoral et pélagique semble indiquer que la reproduction se ferait probablement dans ces deux milieux et non uniquement en zone littorale.

Le meilleur rendement par recrue s'obtient pour un t_c (âge de la première capture) de 0,58 et un coefficient instantané de mortalité par pêche de 1,9.

La pêche de *L. miodon* au filet maillant constitue l'alternative idéale pour les pêcheurs individuels du lac Kivu. Elle présente l'avantage écologique d'épargner les juvéniles qui généralement n'échappent pas à la pêche au carrelet par attraction lumineuse. Les expériences menées montrent que le filet à maille de 10 mm donne le meilleur rendement (1,8 kg/100 m²).

Summary

The study of growth, reproduction and exploitation of *Limonothrissa miodon* Boulenger (1906) a small clupeidae introduced in 1958-1960 in lake Kivu, has been carried out from January 1988 to September 1993 in the southern part of the lake, the Bukavu bassin.

The modal progression analysis of the length frequency histograms of 22 monthly files, summarizing the data from the littoral and pelagic zones together, give plausible values ($L_{\infty} = 180$ mm, $K = 0,8$ -, but the continuous character of the larval recruitment of this species does not comply with the necessary conditions to use this method.

The examination of the scales of fishes whose length lies between 27 and 169 mm enabled us to visualize the presence of 1, 2 and rarely 3 or 4 marks on the scales of *L. miodon*.

The mean total length, retrocalculated from the appearance of the first and the second marks, are respectively 108 and 119 mm (sd = 1,05). So the marks observed are therefore not annual marks.

The observation and counting from optical microscopy (x 250, 400, 500, 630) of the stripes on the otoliths of larvae and juveniles provides an estimation of their age which is close to the values previously recorded for this species in lakes Tanganyika and Kariba.

During the first two months of life, the mean monthly increase in length of the larvae is 12,3 mm. That increase corresponds to an increment of 0,41 mm per day. The relationship between age and length has been established for the larvae and juveniles.

The larvae of 15 mm of length, that are fished every month in littoral zone, are therefore about 36 days old.

The von Bertalanffy equation we established is : $L_t = 170,4 \cdot (1 - \exp(-1,2(t+0,08)))$.

The asymptotic length $L_{\infty} = 170,4$ mm has been estimated from the lengths of the ten biggest fishes in our global sample (> 130000). The logarithmic relationships between weight and the length of immatures, females and males of *L. miodon* is summarised by the formula : $\log P_t = -4,5 + 2,7 \log L_t$ ($R^2 = 0,8765$, $N = 19665$).

The analysis of the evolution of gonadosomatic index shows an irregular variation, both monthly and annually.

The monthly catch of larvae during all months of a year, and the presence of mature individuals in all daily and monthly samples, indicate that *L. miodon* spawns throughout whole year.

The period of maximal recruitment seems to be due to hazardous coincidence of a particular cohort with the period of the zooplanktonic bloom.

The first period of sexual maturity occurs when the fishes are 69 and 73 mm long, respectively for the males and for the females.

The presence of larvae both inshore and offshore seems to indicate that spawning probably takes place in both zones rather than only in the littoral zone.

The maximum sustainable yield per recruit is reached for a t_c (age at first catch) of 0,58 year and for an instantaneous coefficient of fishing, $F = 1,9$.

The gill net seems to be the ideal alternative for the fishermen in lake Kivu.

The technique has the ecological advantage to permit the survival of the juveniles of *L. miodon*, which otherwise are generally caught by the liftnet.

The results of fishing experiments prove that a mesh size of 10 mm gives the best yield (1,8 kg/100 m²).

Langue/Language : Français/French

Date : 30.06.1994

Références Bibliographiques/Bibliographics references : 162

Nombre de figures/Number of figures : 51

Nombre de tableau/Number of Tables : 27

Nombre de photographies/Number of Pictures : 8

Jury de Thèse/Thesis Committee

J-C. Micha, Professeur/Professor aux F.U.N.D.P., Promoteur/Promoter

E. Feytmans, Professeur/Professor aux F.U.N.D.P., Membre/Member

J. Vandenhoute, Professeur/Professor aux F.U.N.D.P., Membre/Member

J.-P. Descy, Chef de travaux aux F.U.N.D.P., Membre/Member

J. Moreau, Professeur/Professor à l'I.N.P.T., Toulouse, France, Membre/Member

Résultats : Doctorat en Sciences avec la plus grande distinction.

Results : PH. D. in Biology with the highest distinction.

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Animal Reproduction

Proceedings of a regional seminar held by the International Foundation for Science IFS
Niamey, Niger, January 17-21, 1994
Format 16,5 x 23,7 cm, 384 p., IFS, Guv Turegatan 19, S – 114 38 Stockholm, Sweden.

Session I : Nutrition and reproduction

Interactions between nutrition and reproduction in farm animals. O.B. Smith.....	7
The effect of plane of nutrition on vital reproduction statistics of West African Dwarf (WAD) goats. Dr. Matthew O. Akusu	27

Session II. Production factors related to reproduction

Herd and flock health and production programs with special reference to male reproductive efficiency. D. B. Galloway	37
Reproductive performance of cattle raised under different environmental conditions with special emphasis on tropical Latin America. C.S. Galina.....	67

Session III : Endocrinology

Impaired reproductive performance mediated through prostaglandin release. H. Kindal	81
The use of prostaglandin synthesis inhibitors to manipulate reproductive events. Kristina Odensvik	95
Studies of the mammae and genitalia of ovariectomized ewes exposed to phytoestrogens and oestradiol-17b. Agnes I. Nwannenna	103
Fertility rates of zebu cows with artificial insemination following oestrus synchronization with progesterone- releasing intravaginal device (PRID) alone or in combination with prostaglandin F2 alpha (PGF2a). A. Voh	115

Session IV : Female reproduction

Contrôle de la fonction sexuelle chez la brebis en zone sahélienne. A. Yenikoye	135
Variations saisonnières du comportement d'oestrus et détermination du moment de l'ovulation sur oestrus induit et oestrus naturel chez deux races de brebis nigériennes : la race touareg et la race peule blanche. M. Banoin	141
Characterization of the preovulatory phase in <i>Camelus dromedarius</i> and induction of ovulation. A. Anouassi.....	159

Session V : Male reproduction

A review of male reproductive function and dysfunction. D.B. Galloway	171
Seasonal effects on testicular development and semen quality of two genotypes of boars in a humid tropical environment. O.C. Ugwu	193
The effect of season of birth on age and body weight at puberty in Muturu bulls. A.G. Ezekwe.....	207
Influence de l'introduction de la race ovine Booroola et de son gène majeur de prolificité au niveau de la Mérinos d'Arles et de la Romanov : Etude de la croissance testiculaire. M. Seck.....	213

Session VI : A.I. and Embryo transfer

Analyse critique des services d'insémination artificielle dans les pays en voie de développement. M. Thibier	231
Les nouvelles biotechnologies de la reproduction. M. Thibier	247
Transfert d'embryons chez les bovins au Maroc : Etude expérimentale de la réponse ovarienne aux traitements de superovulation chez les bovins de race Pie Noire et race locale "Blonde d'Oulmes". Rachida El Aich	263

Session VII : Parturition and postpartum

Parturition in the camel (<i>Camelus dromedarius</i>). G. Azab Abdo	273
Cycle oestral et anoestrus post partum chez la chèvre naine "Mossi" du Burkina Faso. M. Sidibe.....	285
Ultrasonography and bacteriology of the bovine postpartum uterus with particular emphasis on retained foetal membranes. M. Bekana.....	291
Production laitière des chèvres du Sahel tchadien : Quantités de lait traitées et croissance des jeunes en milieu rural. D. Bourzat.....	305
Note de présentation du projet laitier dénommé : Opération d'appui aux éleveurs péri-urbains. A. Napo	319

Session VIII : Diseases and reproduction

Avortements des petits ruminants : Facteurs limitants en élevage villageois. R. Bessin	325
The effect of strategic deworming on the breeding performance of goats naturally infected with lungworms and gastro-intestinal nematodes. B. Berrag.....	337
Brucellosis : A threat to dairy cattle in Mwanza. Adela J. Kondela.....	347

Session IX : Trypanosomiasis and reproduction

The mechanism of <i>Trypanosoma congolense</i> infection and its effect on the reproductive process of "Baoule" bulls. H. Boly.....	359
Experimental trypanosomiasis of boars : Lesions and histopathology of the male genitals. B.C.O. Omeke	375

25.10.95 J.H.

Métissage en santé animale

de Madagascar à Haïti

Actes du Séminaire d'éthnopharmacopée vétérinaire "KAGALA", un partage de savoirs

BURKINA-FASO, Ouagadougou, 15-22 avril 1993.

sous la direction de Kasonia Kakule

Michel Ansay

Université de Lubumbashi (R.D.C.)

Université de Liège (Belgique)

Prélude 2; 398 pages; format 15,5 x 23,5 cm; 1994. Presses Universitaires de Namur, Rempart de la Vierge, 8, B-5000 Namur (Belgium). Avec l'aide du C.T.A. et de l'A.C.C.T. Prix de vente : 900 BEF au CCP 000-0993605-34.

Avant-propos

M. Ansay (Belgique) et K. Kasonia (R.D.C.) : Enrichir les savoirs traditionnels	21-28
---	-------

I. Les gens, les méthodes et les enjeux

J. Ki-Zerbo (Burkina-Faso) : Savoirs, savoir-faire, faire savoir et développement endogène en Afrique	31-39
Abou Sidi Ba (Mauritanie) : L'éthnomédecine vétérinaire africaine.....	41-56
G. Thill (Belgique) : Ethnopharmacopée vétérinaire, écosanté, écodéveloppement global durable	57-62
J. Fleurentin (France) : De l'éthnopharmacologie à l'éthnopharmacopée	63-70
A. Cihyoka Mowali (R.D.C.) : "Kagala", un partage de savoirs au Kivu, entre agriculteurs et éleveurs	71-76
J.M. Trapsida (Niger) : Développement d'une politique en matière de médecine et de pharmacopée traditionnelles.....	77-83
Ené A. Arama (Mali) : Le centre de Médecine traditionnelle du Mali.....	85-88
J. Lehmann et M. Baerts (Belgique) : Analyse des résultats d'une enquête ethnobotanique menée auprès de tradipraticiens burundais.....	89-98
E. Hakizamungu (Rwanda) : Le médicament traditionnel a-t-il un avenir africain ?	99-100
L. Van Puyvelde (Belgique) : Importance sur le plan biomédical des produits naturels en matière de santé : le CURPHAMETRA à Butare (Rwanda).....	101-110
F. Abadome (Cameroun) : Précautions méthodologiques : L'enquête et la fiche	111-118
O. Bognounou (Burkina-Faso) : Précautions méthodologiques. Identification des espèces	119-122
O. Bognounou (Burkina-Faso) : Le tradipraticien dans la société burkinabé et son environnement	123-129
P.I. Guissou, M. Sawadogo, N. Some (Burkina-Faso) : L'Institut de recherches sur les substances naturelles (IRSN) d'Ouagadougou (Burkina-Faso).....	131-132
P. Rasoanaivo (Madagascar) : Repères bibliographiques : Medlars, Napralert.....	133-135

II. De Madagascar à Haïti**1. Guinée-Bissau, Mali, Mauritanie, Sénégal**

A. Sow (Mali) : Recherche sur la toxicité des plantes jeunes pour le bétail	141-146
M. Tall (Mauritanie) : Synthèse des fiches sur la pharmacopée traditionnelle en Mauritanie	147-151
R. Coly (Sénégal) : Enquête ethnomédicale vétérinaire au Sénégal.....	153-156
A. Séré et H. Twagiramungu (Sénégal) : Le comportement sexuel du babouin et sa modification par une plante de la pharmacopée traditionnelle : <i>Acacia macrostachya</i>	157-165
A. Thiam et M. Ouattara (Sénégal) : Contribution à l'étude des plantes médicinales et alimentaires du Sahel.....	167-175

2. Burkina-Faso, Côte d'Ivoire, Niger, Tchad

T. Konate et coll. (Burkina-Faso) : Synthèse des fiches sur la pharmacopée traditionnelle au Burkina-Faso.....	179-180
--	---------

O. Bognounou (Burkina-Faso) : Réflexions sur les thérapeutiques traditionnelles en soins de santé animale et état des connaissances ethnobotaniques au Burkina-Faso	181-201
D. Nikiema (Burkina-Faso) : Les pratiques et savoirs paysans en matière de santé humaine. Le cas du département de Boussou.....	203-207
Z. Dakuyo (Burkina-Faso) : Pharmacotechnie au centre de pharmacopée traditionnelle de Banfora.....	209-211
Y. Ake Assi (Côte d'Ivoire) et G. Keck (France) : Pharmacopée traditionnelle vétérinaire	213-217
I. Ouedraogo (Côte d'Ivoire) : Esquisse de bilan d'INADES-Formation en matière de recherche sur les pratiques et savoirs paysans	219-221
F. Aniyere et l'équipe INADES (Tchad) : Ethnopharmacopée vétérinaire : vue du Tchad	223-228

3. *Burundi, Madagascar, R.D.C., Rwanda*

M. Baerts et J. Lehmann (Belgique) : Quelques plantes médicinales vétérinaires en usage au Burundi et en Afrique sub-saharienne	231-241
N. Andriamanga-Rahaga (Madagascar) : Résultats préliminaires sur l'étude de l'efficacité d'une plante anti-parasitaire malgache	243-252
S. Mbarubukeye (Rwanda) : La recherche sur la médecine vétérinaire traditionnelle au Rwanda.....	253-266
A. Cihyoka (R.D.C.) : Expérience en pharmacopée vétérinaire traditionnelle au Bushi (Kivu/R.D.C.).....	267-274
K. Kasonia et K.M. Yamalo (R.D.C.) : Ethnologie des traitements vétérinaires dans la région du Nord-Kivu (R.D.C.).....	275-286

4. *Europe, Japon*

M. Gasquet (France), M.A. Huffman (Japon), R.W. Wrangham (Japon) : Les plantes médicinales utilisées par les chimpanzés sauvages.....	289-297
F. Abadome et S. Geerts (Belgique) : <i>Ambrosia maritima</i> L. : Connaissances actuelles et perspectives.....	299-303

5. *Documents non présentés au colloque*

B. Pierre (Haïti) : La médecine traditionnelle en Haïti.....	309-333
N.N.J. Minja (Tanzanie) : Medicinal plants used in promotion of animal health in Tanzania	335-364

III. En regardant vers l'aval

Abou Sidi Ba (Mauritanie) : Recommandations.....	367-369
--	---------

Index des noms de plantes

M. Baerts et J. Lehmann (Belgique).....	373-396
---	---------

The Guinea Pig

Healing, Food, and Ritual in the Andes

E. Morales

The University of Arizona Press, 1230 North Park Avenue, Ste. – 102, Tucson AZ 85719-4140, USA- FAX 1-800-426-3797.

Prices : USD 45.00 clothbound or 19.95 in paperback, plus USD 2.00 for shipping

208 pages, format 17,7 x 25,3 cm, 80 photographs, 1995.

The author was born in a small town of the Andes in Peru, speaks the local Quechua dialect, is very familiar with many folk practices, and is now associate professor in sociology.

His book is specifically about the traditional cultural uses of the guinea pig or "cuy" in the Andes of Bolivia, Colombia, Ecuador and Peru. Technical information on guinea pig breeding are also given. The book also attempts as an ethnographic work to provide a holistic presentation of everyday life in the Andes. It says a lot about families, children, household economy, food practices, symbols, politics, and social structure.

By and large, even discounting family consumption of cuy, the demand for the meat is higher than the available supply. For the individual Andean, however, success at cuy farming as the sole source of income depends on a combination of factors, such as the amount of capital available, a willingness to take a risk, organization, technology, and entrepreneurial vision, to name a few. The prerequisites are often absent among groups in Andean society who, in many ways, are still accustomed to paternalistic policies. Entrepreneurs who grab the opportunity at either end of the cuy economy – production or consumption – are pioneers. The classic example of production is Roberto Moncayo, an Ecuadorian agronomist who owns and operates the largest cuy farm in the world.

Chapter 1 presents the biological and historical characteristics of the cuy. It also documents social practices of cuy raising and discusses how the cuy is scientifically bred. Finally it addresses commercial production and marketing. The

focus of chapter 2 is the use of the cuy as a symbol to bind social contracts and reciprocities. The last two chapters deal with the Andean worldview and native religious beliefs and practices. Descriptions and sociological interpretations of the use of the cuy in the celebration of local religious events connected to the Catholic faith are examined. The concluding chapter connects the cuy as an Andean legacy to the major social, economic, and political dilemmas that the Andes is facing today.

The author mentions also (p. 7) that seven females can produce as many as 72 offspring a year, yielding a net amount of more than 35 kg of meat. Interesting comments are made on a bilateral Belgium-Ecuador project in the province of Chimborazo, and its self-continuation after official closing (pp. 21-27), and another one between The Netherlands and Colombia (pp. 27-30). Side effects exist also with the cuy manure combined with vermiculture (p. 43).

Very easy to read, the book must be present in any place where guinea pig is a matter of education, research, or production.

J. Hardouin

Manuel de Pisciculture artisanale en eau douce

V. Gopalakrishnan et A.G. Coche

Format 14,7 x 21 cm, 212 pages, très nombreux dessins, 1994. Collection FAO : Formation n° 24. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.

Le Manuel de Pisciculture artisanale en eau douce offre une information abondante, présentée de façon simple et accompagnée d'illustrations sur la pisciculture en eau douce dans les étangs, les enclos et les cages. Ce manuel, qui paraît aujourd'hui sous une forme améliorée, a été rédigé sur la base de cinq des petits volumes de la Série FAO : Apprentissage agricole, parus entre 1979 et 1990. L'implantation, la construction et l'aménagement des étangs, des enclos et des cages font l'objet d'autant d'aperçus qui pourront être modifiés en fonction des circonstances locales. Le manuel s'adresse avant tout aux vulgarisateurs, aux techniciens et aux instructeurs pour les aider à transmettre aux petits exploitants leurs connaissances en matière de pisciculture en eau douce. L'ouvrage est rédigé dans un texte très simple et clair, en fournissant des explications ou des indications pour les travaux à réaliser. Chacun des dix-huit chapitres se termine par un résumé encadré, ce qui augmente encore la valeur didactique du document.

J. Hardouin

Techniques and Methods of Ethnobotany

(As an Aid to the Study, Evaluation, Conservation and Sustainable Use of Biodiversity, Given, David R. & Harris, W. (1994), Commonwealth Secretariat Publications, Marlborough House, London SW1Y 5HX, United Kingdom, 148 pp. (ISBN 0 85092 405 7) – Price £ 9,50.

An interesting book from an interesting, and basically or even usually untapped area. It is, indeed, only very occasionally that we come across books dealing with botanical or ethnobotanical matters which have been written "down under". Needless to say that in this particular case, the New Zealand examples given in the text add some local colour and interest to subject. This specific "touch" is already reason enough to buy the book which is, in cost/benefit terms, a very good buy.

To start with, the book deals with the nature and purpose of ethnobotany. In what follows, ethnobotany is defined and its scope described. Its multidisciplinary research approach is presented and the attention drawn to the importance of several "miro" disciplines. People who would like to start an ethnobotany research program are given a very practical guide line on "how to initiate ethnobotanical study work". In a separate chapter the do's and don'ts are presented, discussed and illustrated through "real-life" examples. The diversity in information sources is presented and discussed, and the need (and ways) to communicate stressed. Ethnobotany can be part of a larger project to try and maintain biodiversity. A few chapters are devoted to presenting ways to maintain biodiversity both *in situ* and *ex situ*.

The text is written in a pleasant language, that is or should be understandable for a broad group of readers. Most items are illustrated through short case studies or examples from the field. This adds to the readability of the text. My only negative comment at this level is on the fact that there is some redundancy : some issues are repeated or rediscussed at several occasions.

The book can be readily integrated into an ethnobotany course, and is a good starter for further discussions and reading. It will be a good tool for people who would like to start an ethnobotany research project. If, however, the authors had included some existing databases in their presentation, its usefulness would have been increased. There is, however, no mention of any of these, nor is there any reference to the increasing impact and importance of internet and web discussion groups, and linkages, and possibilities.

On the whole, this book offers what its title tells us it will : techniques and methods of ethnobotany. The whole content comes at a cheap price, so that readers in developing countries should have no problem in buying it. So the conclusion is that any ethnobotanically interested reader and/or library should have it.

Prof. Dr. Ir. P. Van Damme.

15.03.96

AGRI-OVERSEAS a.s.b.l., association créée dans le but d'établir des relations professionnelles d'intérêts communs entre tous ceux qui œuvrent pour le développement rural outre-mer.

Elle publie une revue scientifique et d'information "**TROPICULTURA**" consacrée aux problèmes ruraux dans les pays en développement et éditée trimestriellement par l'Administration Générale de la Coopération au Développement (A.G.C.D.).

Organisation

Agri-Overseas se compose d'institutions belges: les quatre Facultés en Sciences agronomiques, (Gembloux, Gent, Leuven et Louvain-la-Neuve), les deux Facultés en Médecine vétérinaire (Gent et Liège), le Département de Production et Santé animales de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (Antwerpen), la Section interfacultaire d'agronomie de l'Université libre de Bruxelles, les Facultés universitaires de Notre Dame de la Paix (Namur) et la Fondation Universitaire Luxembourgeoise (Arlon), l'Administration Générale de la Coopération au Développement et des membres individuels.

Conseil d'Administration

Actuellement composé du Professeur Dr. J. Vercruysse, Président; du Dr. Ir. G. Mergeai, Administrateur Délégué; du Dr. E. Thys, Secrétaire; du Professeur Honoraire Dr. P. Kageruka, Trésorier; du Professeur Honoraire Dr. Ir. J. Hardouin, membre; et du Professeur Honoraire Dr. Ir. C. Reizer, membre.

Comité de Rédaction

Actuellement constitué du Dr. Ir. G. Mergeai, Rédacteur en Chef, et des Rédacteurs-délégués suivants: le Prof. J. Deckers pour l'"Ecologie, la Fertilité des sols et les Systèmes d'exploitation", le Prof. C. Renard pour l'"Agrostologie et la Phytotechnie", le Prof. Dr. C. Reizer pour les "Pêches et la Pisciculture", le Prof. Dr. P. Van Damme pour l'"Agronomie et la Foresterie", le Prof. Dr. J. Vercruysse pour la "Santé Animale", le Prof. Dr. A. Verhulst pour la "Production animale et le Gibier".

Le secrétariat traite directement les autres sujets relevant de la compétence de la revue (économie, sociologie, etc...).

Secrétariat - Rédaction: Agri-Overseas / Tropicultura, c/o A.G.C.D., Rue Brederode, 6 à B - 1000 Bruxelles, Belgique.
Tél.: 32.2/519.04.76.

Distribution: gratuite sur demande écrite.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Conditions générales

Les manuscrits (l'original et quatre copies) sont à envoyer à Agri-Overseas à l'adresse ci-dessus. Ils peuvent être écrits dans les quatre langues suivantes: Français, Anglais, Néerlandais et Espagnol. Indiquer clairement l'adresse de l'auteur. Fournir la traduction anglaise du titre. Le Comité de rédaction soumettra le texte à deux lecteurs, spécialistes du sujet traité. Il sera éventuellement retourné à l'auteur pour être corrigé ou adapté. Un exemplaire restera dans les archives d'Agri-Overseas. L'auteur principal recevra 20 tirés-à-part de l'article.

Instructions pratiques

Le manuscrit comprendra au maximum 10 pages dactylographiées en double interligne et avec une marge à gauche de 5 cm, sur papier blanc de format DIN A4 (21 x 29,7 cm) ou sur disquette.

Disposition

Titre: court en caractères minuscules.

Noms et initiales des prénoms (entiers pour les dames) des auteurs avec un signe de renvoi en bas de première page avec l'adresse.

Keywords: maximum sept mots-clés en anglais.

Résumé: dans la langue de l'article et un summary, en anglais, avec un maximum de 200 mots.

Introduction - Matériel et méthodes ou observations - Résultats - Discussion - Conclusion(s) - Remerciements s'il y a lieu.

Références bibliographiques: Elles seront données par ordre alphabétique des noms d'auteurs et numérotées de 1 à X.

Référer dans le texte à ces numéros entre parenthèses.

Les références comprendront:

- pour les revues: les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'article dans la langue d'origine, le nom de la revue, le numéro du volume souligné, la première et la dernière page.

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

- pour les ouvrages: les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'ouvrage, le nom de l'éditeur, le lieu d'édition, la première et la dernière page du chapitre cité.

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

Tableaux et figures seront soigneusement préparés sur feuilles séparées, numérotés de chiffres arabes au verso. Les mêmes données ne peuvent figurer simultanément en tableau et sur une figure. Les figures seront dessinées de façon professionnelle. Les photographies seront fournies non montées, bien contrastées sur papier brillant et numérotées au verso. Les titres et légendes seront dactylographiés sur feuilles séparées.

Remarques: Eviter les notes en bas de page.

Eviter l'emploi de majuscules inutiles.

Eviter l'emploi des tirets.

Fournir la nationalité, les diplômes et la fonction de chacun des auteurs.

Fournir la traduction anglaise du titre.

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

English text in N° 1 - Nederlandse tekst in Nr 3 - Texto Español en el N°4

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

TROPICULTURA

1997 Vol. 15 N. 2

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

CONTENTS

EDITORIAL

- Biosphere Reserves, Biodiversity and Sustainable Farming Development (*in French*)
M. Malekani 49

ORIGINAL ARTICLES

- Optimization of Anaerobic Digestion of Cattle Manure. Effect of its Association with the Aquatic Weed Pistia (*Pistia stratiotes*) (*in English*)
Zoubida Zennaki, A. Zaid, K. Bentaya & M. Boulif 51

- The Incidence of the Cropping Season on the Breeding of Small Ruminants in a Densely Populated Area : Case of the Western Highlands in Cameroon (*in French*)
A. Téguia, Y. Manjeli & J. Tchoumboué 56

- Peri-urban Dry Season Vegetable Production in Ibadan, Nigeria (*in English*)
A.A. Kintomo, O.O. Ogunkeyede & L.O. Ogungbaigbe 61

- Effect of *Leucaena leucocephala*, Poultry Manure or Cattle Manure on Maize Productivity on Feralitic Soil "terre de barre" in South Benin (*in French*)
N. Mallouhi & J-P. Bioyara 67

- High vs. Low Stress Yield Test Environments for Identifying Drought Tolerant Durum Wheat Cultivars (*in English*)
M. Boubaker 71

- From Soil Survey to Land Use Planning and National Soils Policies (*in English*)
W. H. Verheye 74

- Chemical Control of Common Wheat Bunt Disease in Tunisia (*in French*)
B. Nasraoui & S. Sammari 80

TECHNICAL NOTES

- Preliminary Note on a Study of the Growth and the Reproduction in the African Giant Snails *Archachatina* and *Achatina* (*in French*)
S. K. Ekoué 84

- Influence of Worm Density on the Growth of *Eudrilus eugeniae* (*in English*)
A. Vorsters, F. Demey & J. Hardouin 89

- Growth, Reproduction and Exploitation of *Limnothrissa miodon* (Boulenger, 1906), in Lake Kivu, Bukavu Bassine- Democratic Rep. of Congo. (*in French*)
M. Kaningini 91

- BIBLIOGRAPHY 93

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

