

TROPICULTURA

2002 Vol. 20 N° 2

Trimestriel (avril – mai – juin)

Driemaandelijks (april – mei – juni)

Se publica por ano (abril – mayo – junio)



Brochette de larves palmistes de *Rhynchophorus* sp. (Col., Curculionidae) extraites des troncs décomposés des palmiers *Caryota Cumingii* Lodd. – Pascal Lays

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever:

J. Vercruysse

Square du Bastion 1A Bolwerksquare
1050 Bruxelles / Brussel

Avec les soutiens de

la Direction Générale de la Coopération Internationale (DGCI),
Ministère des Affaires étrangères,
Coopération belge internationale (www.dgci.be),
et la Région Bruxelles Capitale

Met de steunen van

Directie Generaal Internationale Samenwerking (DGIS),
Ministerie van Buitenlandse Zaken,
Belgische Internationale Samenwerking (www.dgis.be),
en van het Brusselse Gewest

BUREAU DE DEPOT - AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X

DGCI

DGIS

SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Effect of Time of Planting Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) Relative to Maize (*Zea mays* L.) on Growth and Yield of Cowpea

Influence du décalage du semis du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) par rapport au maïs (*Zea mays* L.) sur la croissance et le rendement du niébé

Invloed op de groei en het rendement van niebe van een verschillend zaaimoment voor niebe (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) vergeleken met maïs (*Zea mays* L.)

Influencia de la diferencia de fecha de siembra del frijol castilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) con relación a la del maíz (*Zea Mays* L.) en el crecimiento y el rendimiento del frijol castilla

E. Adipala, C.P. Ocaya & D.S.O. Osiru 49

Nutrient Availability in the Surface Horizons of Four Tropical Agricultural Soils in Mali

Disponibilité des éléments nutritifs dans les horizons superficiels de quatre sols tropicaux agricoles du Mali

Beschikbaarheid van voedingselementen in de oppervlakkige lagen van vier tropische landbouwbodems in Mali

Disponibilidad de los elementos nutritivos en los horizontes superficiales de cuatro suelos tropicales agrícolas de Mali

M. Soumaré, A. Demeyer, F.M.G. Tack & M.G. Verloo 58

Spread of Cooking Bananas (*Musa spp.*, genome ABB) in a Traditional Plantain-Growing Area in Southeast Nigeria

Diffusion des bananes à cuire (*Musa spp.*, genome ABB) dans une région productrice de plantains du sud-est du Nigeria

Verspreiding van kookbananen (*Musa spp.*, genome ABB) in een regio van Zuidoost Nigeria die traditioneel plantain bananen produceert

Difusión de plátanos para cocer (*Musa spp.*, genoma ABB) en una región productora de plátanos en el Sureste de Nigeria

M. Tshianza, J. Lemchi, C. Ezedinma & A. Tenkouano 64

Amélioration des ovins dans l'Ouémé et le Plateau en République du Bénin. Enjeux de croisement des ovins Djallonké avec les moutons du Sahel

Veredeling van schapen in de Ouémé en Plateau streek in de Republiek Benin. Inzet van de kruising van Djallonké en Sahel schapen

Mejoramiento de los ovinos en Oueme y en Plateau, República de Benin. Metas de cruce entre los ovinos Djallonke y los de Sahel

A.B. Gbangboché, F.A. Abiola, J.P. Laporte, S. Salifou & P.L. Leroy 70

Caractéristiques pédologiques comparées de termitières sous forêts primaires du plateau de Yangambi en cuvette centrale congolaise

Vergelijking van de pedologische eigenschappen van mierenhopen in een primaire woud op het Yangambi plateau in het centraal Congobekken

Comparación de características pedológicas de termiteros bajo los bosques primarios de la meseta de Yangambi en la depresión central congoleña

B.M. Kombele 76

Caractérisation du marché des escargots géants africains (achatines) dans les départements de l'Atlantique et du Littoral au Sud-Bénin

Karakterisatie van de markt van Afrikaanse reuzenslakken (achatines) in het Département de l'Atlantique en het Département du Littoral (Zuid-Benin)

Caracterización del mercado de caracoles gigantes africanos en los departamentos del Atlántico y del Litoral en el Sur de Benin

E. Sodjinou, G. Biaou & J-C. Codjia 83

NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

Inventaire des espèces végétales mises en culture dans les parcelles en milieu urbain. Cas de la commune de Limete-Kinshasa- R.D. Congo

Inventaris van de plantensoorten die in stadspcelen gekweekt worden. Geval van de gemeente Limete-Kinshasa Democratische Republiek Congo

Inventario de especies vegetales cultivadas en parcelas en medio urbano. Estudio de caso en la Municipalidad de Limete – Kinshasa – República Democrática de Congo

E. Makumbelo, L. Lukoki, J. Sj. Paulus & N. Luyindula 89

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA..... 96

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

Effect of Time of Planting Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Relative to Maize (*Zea mays* L.) on Growth and Yield of Cowpea

E. Adipala, C.P. Ocaya & D.S.O. Osiru

Keywords: Cereal/legume intercropping- Land equivalent ratio- Yield benefit- Uganda

Summary

Field investigations were carried out for three seasons in two locations of Uganda to examine yield benefits when cowpea and maize are planted under intensive farming conditions. Additive mixtures of cowpea were planted into maize thrice at 2 weekly intervals together with sole crops. Time of introducing cowpea into maize significantly affected both the growth and yield of cowpea. Simultaneous planting generally showed a yield advantage ($LER > 1$) of the cowpea/maize intercropping systems irrespective of the cowpea varieties used, but LER declined when time of introducing cowpea into maize was delayed being as low as 0.76 when cowpea was planted four weeks after planting maize. The reduction in the growth and yield of cowpea was due to increased shading from the maize plants especially when cowpea was introduced at the fourth week. Therefore, to achieve yield benefit simultaneous planting of maize and cowpea recommended.

Résumé

Influence du décalage du semis du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) par rapport au maïs (*Zea mays* L.) sur la croissance et le rendement du niébé

Une recherche a été menée en champs en Ouganda pendant trois saisons consécutives et dans deux sites distincts pour évaluer l'effet du décalage du semis de trois variétés de niébé par rapport à une variété de maïs sur les performances de l'association culturale maïs-niébé en conditions de protection phytosanitaire totale des deux cultures. Les traitements comparés étaient: le semis simultané du niébé et du maïs, en culture pure et en culture associée, le semis du niébé deux semaines après le maïs en culture associée et le semis du niébé quatre semaines après le maïs en culture associée. L'époque de semis du niébé par rapport à celui du maïs a influencé significativement la croissance et la productivité de la légumineuse. Un semis simultané des deux composantes en association s'est traduit par une augmentation de leur productivité par unité de surface par rapport à la culture pure ($LER > 1$) quelles que soient les variétés du niébé utilisées. Les performances du niébé ont chuté fortement avec le décalage de son semis par rapport à celui du maïs alors que la productivité du maïs s'améliorait légèrement. La productivité la plus faible de l'association culturale ($LER = 0,76$) a été observée quand le décalage du semis des deux composantes était le plus important (4 semaines). Le semis simultané du niébé et du maïs est donc à recommander si l'on veut optimiser la productivité de cette association culturale.

Introduction

Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is among the most important grain legumes grown in the tropics and sub-tropics. The crop is particularly important in Africa, Nigeria being the largest producer (3). In Uganda, cowpea is ranked third in importance among the grain legumes after Phaseolus beans and groundnut (12). It is most intensively grown in the northern and eastern regions, where the leaves, green pods and dried grains are eaten in various forms. In these regions,

cowpea is widely intercropped with a large number of crop species especially maize, sorghum, greengram, cassava, pigeonpea, soybeans and sunflower (1). Reasons for intercropping are varied, depending on individual farmer production goal, but invariably include more crops at harvest, improved yields, increased soil fertility and insurance against total crop failure rather than reductions in pest infestations (5). On the whole, however, average hectares under

cowpea per family are usually very small (< 1 ha) and yields are generally low, often < 300 kg/ha, although yields as high as 4000 kg/ha can be achieved with better crop husbandry (13). Although pests are the most important constraint in cowpea production (9, 14) in the tropics, poor agronomic practices definitely contribute significantly to the yield reduction (7). In Uganda, poor weed control, untimely planting and low plant populations further curtail yield (7). There is scanty information about the optimal time to introduce cowpea into the various crops. Evidence from other cropping systems, however, suggest that improved resource utilization and therefore, increased yield can be achieved with proper manipulation of time of planting (11). This study investigated the times of planting cowpea in association with maize in order to minimize cowpea and the intercrop yield.

Material and methods

Field experiments were carried out at Makerere University Agricultural Research Institute, Kabanyolo (MUARIK) and at Serere Agricultural and Animal Production Research Institute (SAARI) during the first (February- June) and second (September- December) rainy seasons of 1996 and were repeated at Kabanyolo during the first season of 1997. Kabanyolo (0°28'N, 32°37'E, approximately 1200 m above sea level), receives average annual rainfall of about 1300 mm occurring over two distinct seasons, from February- June (long rains) and September-December (short rains). During the first and second seasons of 1996, mean monthly rainfall averaged 159.3 mm and 138.2 mm, respectively, but only 96.8 mm during the first season of 1997. The soils of the area are deep ferralitic type, naturally rich in potash but low in nitrogen and phosphate. Serere (1°31'N, 33°27'E, 1000 m above sea level) has rainfall which is more or less unimodal, totalling about 1250 mm annually and with temperatures ranges between 22.5° and 27.5° C. Mean monthly rainfall averaged 246.7 and 144.1 mm during the first and second seasons of 1996, respectively.

The experimental sites were reasonably fertile at both locations. The first experiment at Kabanyolo followed a fertilized crop of vegetables, the second was located in a fallow arable land and the third experiment was preceded by well fertilized soybean/sorghum crops. At Serere the experiments were established on land that were left under fallow for the two previous seasons. No additional fertilizer was added during the course of the experiments in order to simulate peasant farmer situations prevalent in the country. Three cowpea varieties were used in the study, two local, i.e., Ebelat and Ecirikukwai, with semi-spreading growth habits and maturity periods of 90 and 80 days, respectively. The third was an introduced variety, IT82D-716 from the International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria; it has an erect growth habit with maturity period of 90 days. The maize cv. Longe 1, grows to a height of about 150 cm and has a maturity period of 120 days. Each cowpea variety was grown as sole crop and as an intercrop with maize. Three

dates of planting cowpea, relative to maize, were investigated;

T₀ in which cowpea and maize were planted simultaneously,

T₁ in which cowpea was planted 2 weeks after planting maize, and

T₃ where cowpea was planted 4 weeks after planting maize.

The sowing dates at Kabanyolo were 15 April 1996, 23 September 1996 and 17 April 1997 and at Serere, 5 April and 1 October 1996 for T₀ cowpea and sole crops. The plots were arranged in a randomized complete block design (RCBD) of split-plot arrangement with three replications. Cowpea varieties formed the main-plots and time of planting cowpea, the sub-plots. Each main-plot measured 18.2 x 5.4 m and contained three sub-plots each 5.4 x 5.4 m.

For all treatments, 4- 6 seeds of cowpea and 3- 4 of maize were planted per hole. After germination (three weeks), the plots were thinned to one plant per planting hole. In order to protect the crops from insects damage and diseases, 400 g.ha⁻¹ Dimethoate, 800 g.ha⁻¹ Mancozeb and 500 g.ha⁻¹ Benomyl were applied at 2- weekly intervals starting three weeks after emergence, until 4 weeks to harvest. Regular hand-hoeing was done as needed in order to maintain the experiment weed-free. Leaf area index (L.A.I.) was determined for both sole and intercrop treatments using the LAI-2000 Plant Canopy Analyzer (LI-COR, Inc. 1990 model, Lincoln, Nebraska 68504, U.S.A.) and this was done at the vegetative, anthesis and pod/ear filling stages. Plant dry weight was determined by taking the above ground portion of 5 plants randomly sampled from each treatment unit. This was also done at three growth stages as for L.A.I. Adhering soil particles and other foreign matters were removed and the plants were oven-dried at 65°C for 48 hours to a constant weight. Mean dry weight per plant was then obtained for each crop species and used for statistical analysis.

Height of maize was measured at plant maturity from a random sample of 10 plants from for each experimental unit. For cowpea, mean number of branches/plant was determined. Seed and yield components were determined for both crops. At maturity, the plants in the middle rows of each experimental unit (6 m²) were hand-harvested. For cowpea, the number of pods per plant, number of seeds per pod and 100-seed weight were quantified. Ten of the harvested plants from each experimental unit were used to determine the number of pods per plant. The number of seeds per pod was determined by threshing 20 pods selected randomly from the sampled plants. In addition, a random sample of hundred seeds from each experimental unit was weighed to obtain 100-seed weight using a precision advanced electronic balance GT-series (Ohaus Corporation 1994 Model, Florham Park, NJ07932, U.S.A.). The weight of the dried seeds for each experimental unit (6 m²) was measured, and used to compute seed yield per hectare.

For maize, the yield components measured included the number of kernels rows per cob, number of seeds per kernel row, 1000-seed weight and grain yield per 6 m². Yield components were determined after sun drying and weights adjusted to 13% moisture content. The number of kernel rows per cob was determined from a random sample of 10 cobs from each experimental unit, while the number of seeds/row was got from a sample of two rows from each of these cobs per experimental unit. Data collected were subjected to analysis of variance (ANOVA) procedures of Mstatc (Russels D. Freed, Michigan State University, USA).

Fisher's Least Significant Difference (LSD) test was used for mean separation at 5% probability level (15). Land Equivalent Ratios (LERs) were computed as described by Mead and Willey (6) to establish the yield advantages of cowpea/maize intercropping system.

Results

Growth parameters

All the growth parameters of cowpea were highly affected by time of introducing cowpea into maize irrespective of the location of study (Tables 1, 2 & 3; Figure 1).

Table 1
Effect of time of introducing cowpea into maize on leaf area index of cowpea

Treatments	Kabanyolo			Serere	
	1 st season 1996	2 nd season 1996	1 st season 1997	1 st season 1996	2 nd season 1996
V ₁ x S	3.27	3.72	1.99	4.49	2.62
V ₁ x T ₀	1.59	2.53	1.76	2.47	2.07
V ₁ x T ₁	0.46	2.29	1.13	0.53	1.79
V ₁ x T ₂	0.15	1.22	0.35	0.22	0.56
Mean	1.37	2.44	1.31	1.93	1.76
V ₂ x S	2.96	3.09	1.88	4.07	2.55
V ₂ x T ₀	1.26	2.74	1.33	2.31	1.89
V ₂ x T ₁	0.59	1.94	0.94	0.43	1.27
V ₂ x T ₂	0.10	1.39	0.40	0.20	0.51
Mean	1.21	2.29	1.14	1.75	1.55
V ₃ x S	3.14	3.18	2.05	4.32	2.76
V ₃ x T ₀	2.30	2.60	1.46	2.67	2.17
V ₃ x T ₁	0.37	2.12	0.96	0.53	1.46
V ₃ x T ₂	0.15	1.18	0.28	0.28	0.62
Mean	1.49	2.27	1.19	1.95	1.75
LSD ₁ 5%	0.39	0.48	0.33	0.33	0.05
LSD ₂ 5%	1.06	1.21	0.36	0.22	0.19
C.V. %	18.45	12.01	15.97	10.19	2.26

Sole crops

V₁ x S= Ebelat; V₂ x S= Ecirikukwai; V₃ x S= IT82D-716

Intercrops

V₁ x T₀ = Ebelat planted simultaneously with maize

V₁ x T₁ = Ebelat planted 2 weeks after planting maize

V₁ x T₂ = Ebelat planted 4 weeks after planting maize

V₂ x T₀ = Ecirikukwai planted simultaneously with maize

V₂ x T₁ = Ecirikukwai planted 2 weeks after planting maize

V₂ x T₂ = Ecirikukwai planted 4 weeks after planting maize

V₃ x T₀ = IT82D-716 planted simultaneously with maize

V₃ x T₁ = IT82D-716 planted 2 weeks after planting maize

V₃ x T₂ = IT82D-716 planted 4 weeks after planting maize

LSD₁ = Time of planting LSD

LSD₂ = Variety LSD

Table 2
Effect of time of introducing cowpea into maize on the number of cowpea branches per plant

Treatments	Kabanyolo			Serere	
	1 st season 1996	2 nd season 1996	1 st season 1997	1 st rain 1996	2 nd rain 1996
V ₁ x S	12.40	20.43	13.93	16.77	18.77
V ₁ x T ₀	10.47	12.63	9.50	13.47	12.37
V ₁ x T ₁	5.97	8.20	5.37	10.33	7.33
V ₁ x T ₂	5.20	6.00	2.67	7.27	4.40
Mean	8.42	11.82	7.87	11.96	10.72
V ₂ x S	11.80	19.43	12.40	16.27	16.27
V ₂ x T ₀	10.47	12.93	9.63	13.53	12.30
V ₂ x T ₁	5.87	8.73	5.70	10.73	7.73
V ₂ x T ₂	4.60	5.93	3.00	7.53	4.07
Mean	8.18	11.86	7.68	12.02	10.09
V ₃ x S	11.53	19.77	14.33	21.03	19.43
V ₃ x T ₀	9.13	12.73	8.83	11.73	11.53
V ₃ x T ₁	7.47	9.60	6.80	11.80	8.20
V ₃ x T ₂	5.27	6.40	2.73	7.97	3.87
Mean	8.35	12.13	8.18	13.13	10.79
LSD ₁ 5%	1.77	1.90	1.40	2.40	0.65
LSD ₂ 5%	4.41	7.06	0.75	3.54	1.04
C.V. %	12.39	9.23	8.38	11.32	3.58

Sole crops

V₁ x S= Ebelat; V₂ x S= Ecirikukwai; V₃ x S= IT82D-716

Intercrops

V₁ x T₀ = Ebelat planted simultaneously with maize
 V₁ x T₁ = Ebelat planted 2 weeks after planting maize
 V₁ x T₂ = Ebelat planted 4 weeks after planting maize
 V₂ x T₀ = Ecirikukwai planted simultaneously with maize
 V₂ x T₁ = Ecirikukwai planted 2 weeks after planting maize
 V₂ x T₂ = Ecirikukwai planted 4 weeks after planting maize

V₃ x T₀ = IT82D-716 planted simultaneously with maize
 V₃ x T₁ = IT82D-716 planted 2 weeks after planting maize
 V₃ x T₂ = IT82D-716 planted 4 weeks after planting maize
 LSD₁ = Time of planting LSD
 LSD₂ = Variety LSD

Cowpea simultaneously planted with maize had on average higher L.A.I., plant dry matter (DM) and more branches per plant than those planted 2 and 4 weeks after planting maize. Overall, the poorest growth of cowpeas was recorded when cowpea was introduced four weeks after planting maize (Tables 1, 2 & 3). Growth of maize plants were not influenced much by time of introducing cowpea into it. However, it is worthwhile to note that maize simultaneously planted with cowpea had generally lower L.A.I., DM, and were shorter compared to those in which the cowpea were introduced two and four weeks later.

Yield and yield components

Cowpea simultaneously planted with maize recorded the least yield reductions compared to sole crops. Delayed planting of cowpea progressively reduced cowpea yield irrespective of the cowpea variety used,

although IT82D-716 was on average the most affected (Figure 2).

There was also a significant ($P < 0.05$) reduction in the number of seeds/pod with delayed time of planting cowpea (data not presented). On the contrary, maize grain yield was not affected by time of introducing cowpea (Figure 3).

The Land Equivalent Ratios for simultaneous planted treatments were greater than one, and as time of introducing cowpea into maize was delayed, LER declined progressively. The highest LER was obtained during the first rains of 1996 at Kabanyolo under simultaneous planting (1.42) of IT82D-716 and maize (Table 4).

Due to the drought condition that prevailed during the first season of 1997, the maize crop failed. However, reasonable growth and yield of cowpea was achieved, and the trends generally followed those of 1996 (Tables 1- 4).

Table 3
Effect of time of introducing cowpea into maize on dry matter (DM) and yield (g) of cowpea

Treatments	Kabanyolo			Serere	
	1 st season 1996	2 nd season 1996	1 st season 1997	1 st season 1996	2 nd season 1996
V ₁ x S	53.59	43.51	26.70	64.88	32.63
V ₁ x T ₀	28.93	38.98	20.83	37.73	28.09
V ₁ x T ₁	4.69	11.52	6.06	12.41	7.05
V ₁ x T ₂	2.77	6.16	2.99	4.07	4.90
Mean	22.50	25.04	14.15	29.77	18.16
V ₂ x S	48.33	53.35	20.82	68.42	29.32
V ₂ x T ₀	25.33	25.35	11.27	37.81	14.82
V ₂ x T ₁	5.92	8.87	7.57	6.90	9.41
V ₂ x T ₂	1.75	5.16	2.34	3.24	3.01
Mean	20.37	23.18	10.50	29.09	14.14
V ₃ x S	58.00	50.78	28.44	65.24	35.38
V ₃ x T ₀	42.32	32.13	14.12	38.93	21.33
V ₃ x T ₁	3.70	10.90	6.64	12.90	7.11
V ₃ x T ₂	2.69	6.60	2.91	6.00	4.98
Mean	26.70	25.10	13.02	30.78	17.20
LSD ₁ 5%	7.34	12.10	1.18	4.12	1.96
LSD ₂ 5%	18.57	27.07	1.14	3.65	4.06
C.V. %	16.57	28.73	6.50	8.61	6.94

Sole crops

V₁ x S= Ebelat; V₂ x S= Ecirikukwai; V₃ x S= IT82D-716

Intercrops

V₁ x T₀ = Ebelat planted simultaneously with maize

V₁ x T₁ = Ebelat planted 2 weeks after planting maize

V₁ x T₂ = Ebelat planted 4 weeks after planting maize

V₂ x T₀ = Ecirikukwai planted simultaneously with maize

V₂ x T₁ = Ecirikukwai planted 2 weeks after planting maize

V₂ x T₂ = Ecirikukwai planted 4 weeks after planting maize

V₃ x T₀ = IT82D-716 planted simultaneously with maize

V₃ x T₁ = IT82D-716 planted 2 weeks after planting maize

V₃ x T₂ = IT82D-716 planted 4 weeks after planting maize

LSD₁ = Time of planting LSD

LSD₂ = Variety LSD

Discussion

The lower number of pods per plant recorded in cowpea at later planting dates was probably due to the shading effect of the taller component crop, maize, which obstructed solar radiation from penetrating into the cowpea (lower canopy). Similar findings were reported by Wahua *et al.* (16). Under intercrop situation, Ebelat formed more pods per plant than Ecirikukwai and IT82D-716. IT82D-716 in particular recorded the lowest number of pods per plant when planted four weeks after planting maize. This appeared to be due to its longer maturity period compared to both Ebelat and Ecirikukwai which made the duration of overlap between its growth and maize greater. Baker (2) working on maize/sorghum/millet intercrops reported that greater duration of overlap of two or more crops in association, results into lower yield of the intercrop. The semi-spreading habits of the

local cultivars could also be the reason why they produced more pods per plant as compared to the erect IT82D-716. Isenmilla *et al.* (4) reported yield losses of cowpea intercropped with maize in which a spreading type, New Era, sustained less damage (48% yield reduction) than did Ife Brown (62.2%) and Adzuki (67.7%), which are semi-erect and erect plants, respectively. Similarly, Obuo *et al.* (7) obtained better yield advantage when sorghum was intercropped with a semi-spreading cowpea cultivar than an erect cultivar. Delayed planting of cowpea in an already established maize crops generally resulted in a progressive decline in the number of seeds/pod, and consequently, reduced yield. A possible reason for this is that the lower L.A.I. attained when cowpea planting was delayed, could not provide adequate assimilates for grain filling. Under such circumstances, flowers abort and/or seeds are only partially filled. As

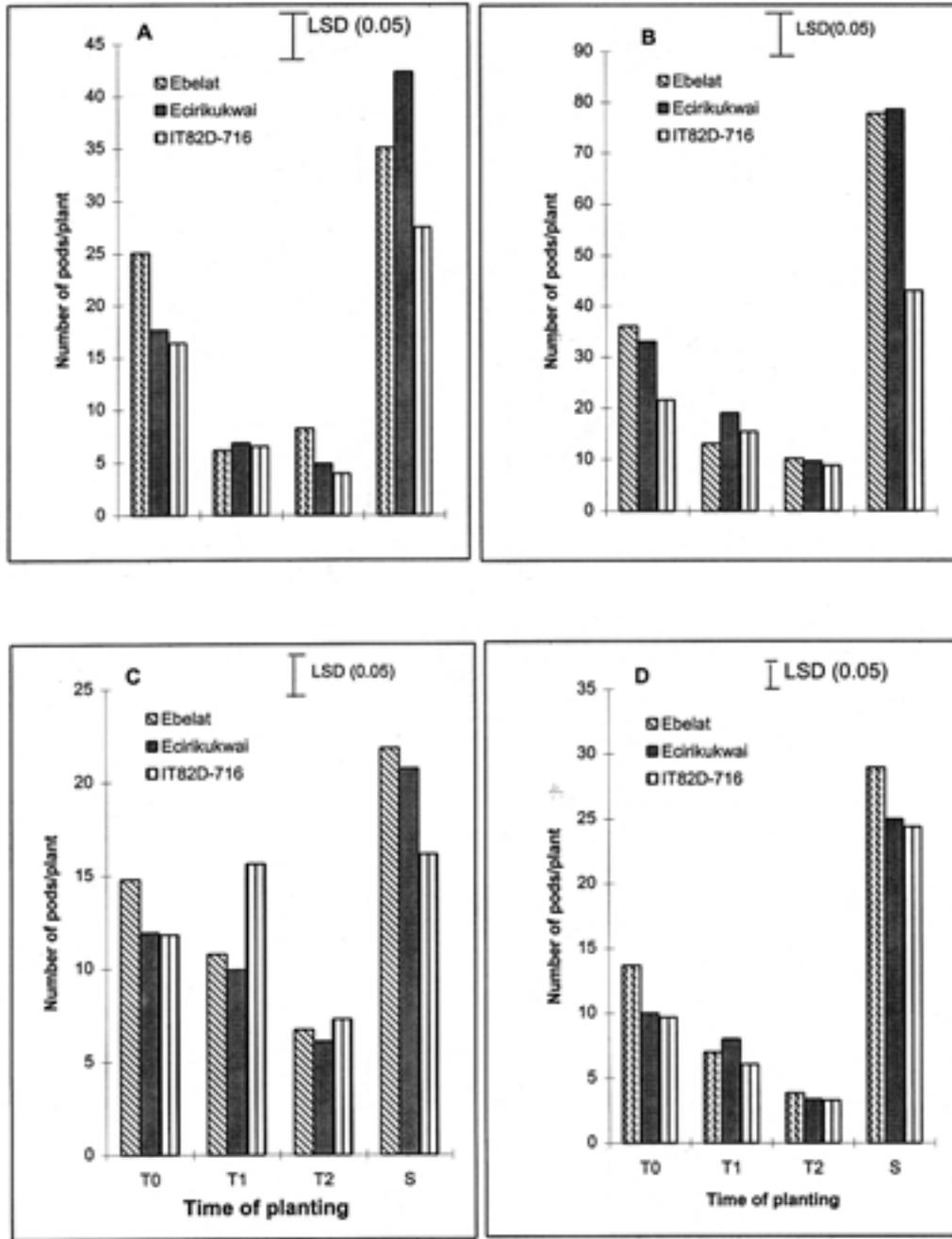


Figure 1: Effect of variety x time of introducing cowpea into maize on number of pods formed during the first (A & C) and second (B & D) rains of 1996 at Kabanyolo (A & B) and Serere (C & D)

expected, sole cowpea had the highest number of pods per plant and seed yield due to the lack of inter-specific competition and shading conditions prevailing under the intercrop situations. Cowpea yields were higher during the second than the first rains of 1996 (Figure 2). This was due to the well distributed rainfall which favoured adequate dry matter production and therefore, many pods per plant were formed. The lower disease incidence (*Sphacelona scab*) in the second rains (data not presented) also contributed to

the higher yield per unit area. The highest yield was obtained from Ebelat sole crop followed by Ecirikukwai, IT82D-716 recorded the least yield. All the intercropped cowpea recorded highest yield when cowpea and maize were planted simultaneously, but yield declined progressively with delay in planting cowpea. These reductions in the grain yields of cowpea can be explained by the adverse shading effects from the taller component (maize) in the mixture. Maize yields were on the other hand not significantly

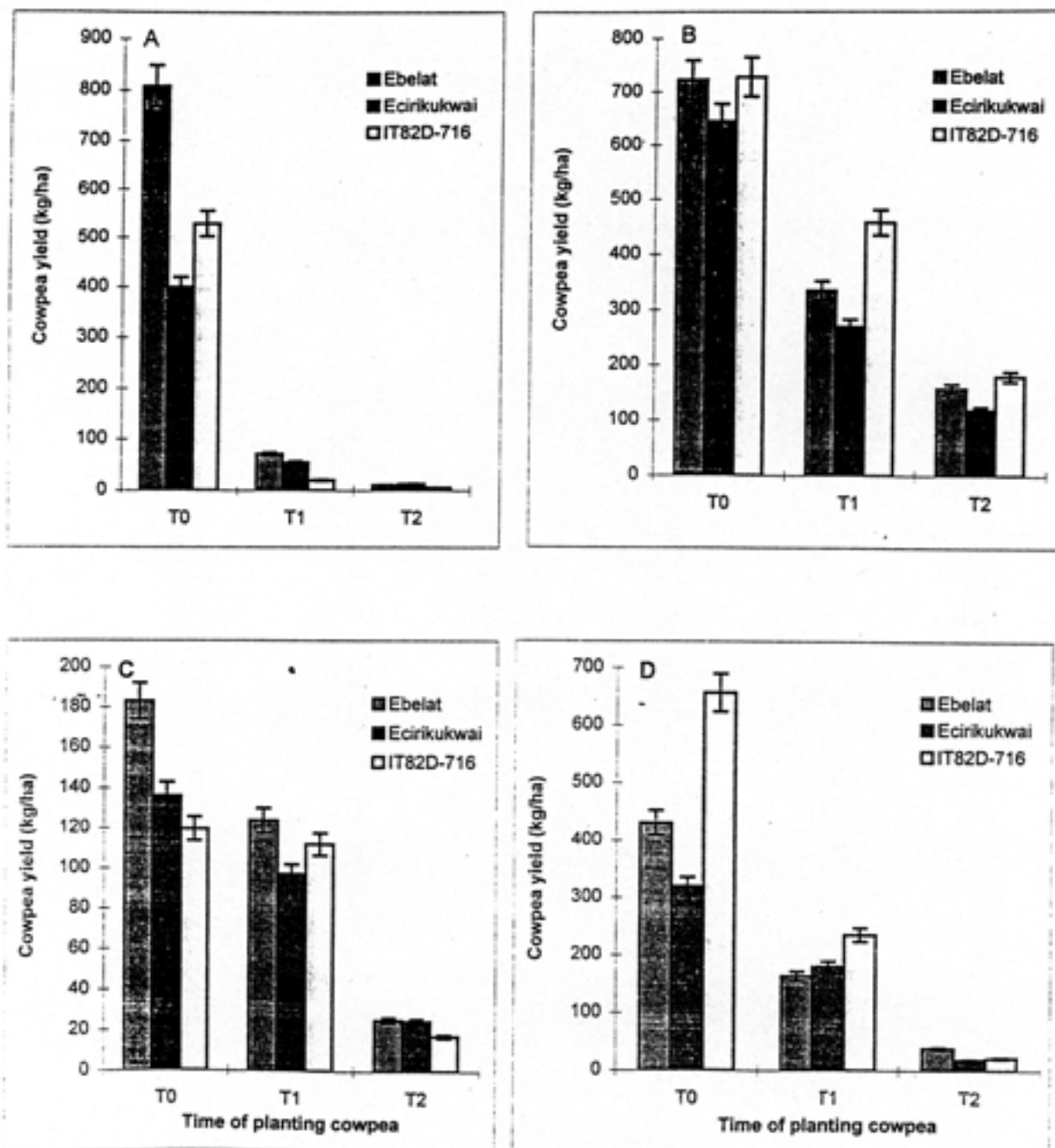


Figure 2: Effect of time of introducing cowpea into maize cowpea yield (kg/ha) during the first (A & C) and second (B & D) rains of 1996 at Kabanyolo (A & B) and Serere (C & D)
 T₀ = Simultaneously with maize
 T₁ = Cowpea planted 2 weeks after planting maize
 T₂ = Cowpea planted 4 weeks after planting maize

affected by the inclusion of cowpea. This is because of the height advantage it had compared to cowpea. Reddey and Visser (11) working on cowpea/millet intercropping reported that the canopies of cereals interfere with light penetration and thus, the yields of intercropped cowpea are reduced. The situation is worsen especially when cowpea planting is delayed relative to millet. Land Equivalent Ratios were generally greater than one where cowpea and maize were planted simultaneously, indicating that yield advan-

tages were achieved in these combinations (17). But when cowpea was introduced two and four weeks later into maize, the LERs were generally less than one largely due to the low cowpea partial LERs. Hence, delayed planting of cowpea adversely affected its growth and yield performance and as such, its contribution to the intercrop system was curtailed. In all cases, the partial LER for maize was higher than for cowpea. This was probably due to the dominant effect of maize in the intercrop as a result of the height

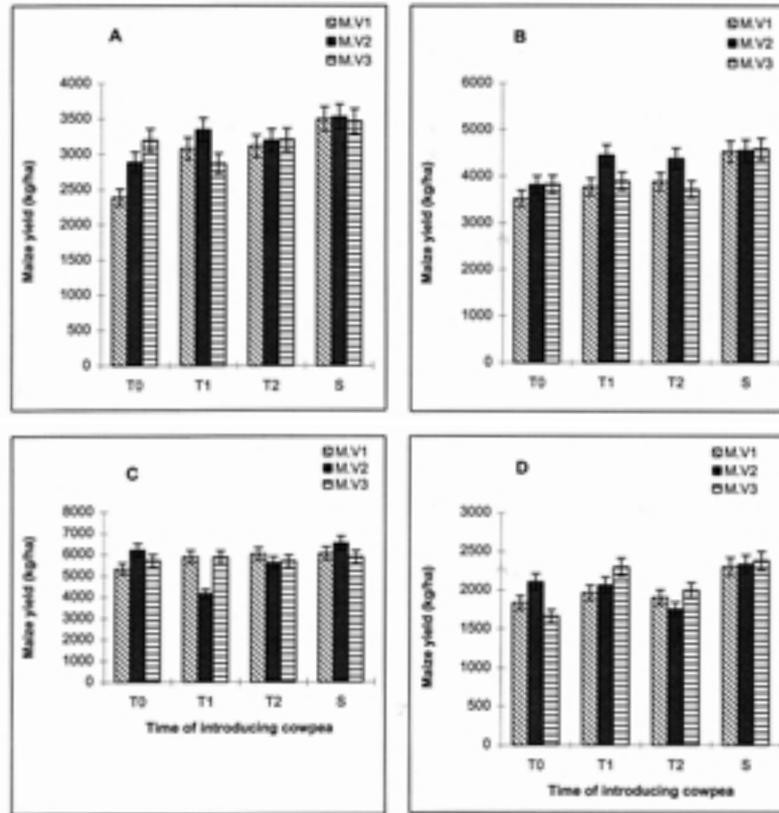


Figure 3: Effect of time of planting cowpea relative to maize on maize grain yield (kg/ha) during the first (A & C) and second (B & D) rains of 1996 at Kabanyolo (A & B) and Serere (C & D)

T₀ = Cowpea and maize planted simultaneously
 T₁ = Cowpea planted 2 weeks after planting maize
 T₂ = Cowpea planted 4 weeks after planting maize

M.V₁ = Maize intercropped with Ebelat
 M.V₂ = Maize intercropped with Ecirikukwai
 M.V₃ = Maize intercropped with IT82D-716
 S = Sole maize crops

Table 4
 Effect of time of introducing cowpea into maize on the Partial and Total Land Equivalent Ratios (LERs) for cowpea and maize

Treatments	* First season 1996			Second season 1996		
	Partial LER		Total LER	Partial LER		Total LER
	Cowpea	Maize		Cowpea	Maize	
Kabanyolo						
V ₁ . T ₀ x M	0.50	0.68	1.18	0.25	0.78	1.03
V ₁ . T ₁ x M	0.04	0.88	0.92	0.11	0.83	0.94
V ₁ . T ₂ x M	0.01	0.80	0.81	0.05	0.86	0.91
V ₂ . T ₀ x M	0.24	0.82	1.06	0.25	0.84	1.09
V ₂ . T ₁ x M	0.03	0.95	0.98	0.11	0.98	1.09
V ₂ . T ₂ x M	0.01	0.91	0.92	0.05	0.96	1.01
V ₃ . T ₀ x M	0.50	0.92	1.42	0.32	0.83	1.15
V ₃ . T ₁ x M	0.02	0.83	0.85	0.21	0.85	1.06
V ₃ . T ₂ x M	0.01	0.93	0.94	0.08	0.81	0.89
Serere						
V ₁ . T ₀ x M	0.46	0.88	1.34	0.24	0.80	1.04
V ₁ . T ₁ x M	0.31	0.98	1.29	0.09	0.85	0.94
V ₁ . T ₂ x M	0.06	0.97	1.03	0.02	0.83	0.85
V ₂ . T ₀ x M	0.35	0.95	1.30	0.22	0.90	1.12
V ₂ . T ₁ x M	0.25	0.64	0.89	0.12	0.85	0.97
V ₂ . T ₂ x M	0.06	0.86	0.92	0.01	0.75	0.76
V ₃ . T ₀ x M	0.26	0.97	1.23	0.52	0.70	1.22
V ₃ . T ₁ x M	0.25	0.99	1.24	0.19	0.97	1.16
V ₃ . T ₂ x M	0.04	0.97	1.01	0.02	0.84	0.88

V₁ = Ebelat; V₂ = Ecirikukwai; V₃ = IT82D-716

*LER for first rains of 1997 at Kabanyolo could not be established because maize crops failed due to insufficient rainfall.

advantage which enabled it to trap much of solar radiation before it could reach the cowpea. Results of our study suggest that higher yield of cowpea in cowpea/maize intercrop can be obtained when the crops are planted at the same time. A progressive yield decline result with delayed introduction of into maize.

Acknowledgements

We thank Kabanyolo and Serere staff for their assistance in executing the experiments at their stations. The Rockefeller Foundation Forum on Agricultural Resource Husbandry provided financial support through the Cowpea Improvement Project, Makerere University, Kampala, Uganda.

Literature

1. Adipala E., Obuo J.E. & Osiru D.S.O., 1997. An overview of cowpea cropping systems in Uganda. African Crop Science Conference Proceedings 3, 665- 672.
2. Baker E.F.I., 1975. Cropping systems and intercropping programme. Cropping Scheme Meeting, Institute of Agricultural Research, Ahmadu Bello University, Zaria, pp 4- 7.
3. Iceduna L.C., Adipala E. & Ogenga-Latigo M.W., 1994. Evaluation of 80 cowpea lines for resistance to scab, *Sphaceloma* sp. African Crop Science Journal 2, 207- 214.
4. Isenmilla A.E., Babalola O. & Obigbesan G.O., 1981. Varietal influence of intercropped cowpea on growth, yield and water relations of maize. Plant and Soil 62, 153- 156.
5. Isibukalu P., 1998. Understanding farmer knowledge of cowpea production and pest management: A case study in Eastern Uganda. M.Sc. Thesis, Makerere University, Kampala. 152 pp.
6. Mead R. & Willey R.W., 1980. The concept of a "land equivalent ratio" and advantages in yields from intercropping. Experimental Agriculture 16, 217- 228.
7. Obuo J.E., Adipala E. & Osiru D.S.O., 1998. Effect of plant spacing on yield advantages of cowpea-sorghum intercrop. Tropical Science 38, 1- 7.
8. Obuo J.E., Osiru D.S.O. & Adipala E., 1997. Effect of weeding frequency on the cost- benefit ratio and yield advantage of cowpea/sorghum intercropping. African Crop Science Conference Proceedings 3, 865- 870.
9. Omongo C.A., Ogenga-Latigo M.W., Kymanywa S. & Adipala E., 1997. The effect of seasons and cropping systems on the occurrence of cowpea pests in Uganda. African Crop Science Conference Proceedings 3, 1111- 1116.
10. Osiru D.S.O. & Willey R.W., 1972. Studies on mixtures of dwarf sorghum and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. Journal of Agricultural Science, Cambridge 79, 531- 560.
11. Reddy K.C. & Visser P.L., 1997. Cowpea intercrop growth and yield as affected by time of planting relative to millet. African Crop Science Journal 5, 351- 357.
12. Rusoke D.G. & Rubaihayo P.R., 1992. Grain Legume Improvement Programme. Second Research Bulletin. Faculty of Agriculture and Forestry, Makerere University, Uganda, 48 p.
13. Rusoke D.G. & Rubaihayo P.R., 1994. The influence of some crop protection management practices on the yield stability of cowpeas. African Crop Science Journal 2, 43- 48.
14. Sabiti A., Nsubuga E., Adipala E. & Ngambeki D.S., 1994. Socio-economic aspects of cowpea production in Uganda: A Rapid Rural Appraisal. Uganda Journal of Agricultural Sciences 2, 29- 38.
15. Steele R.G. & Torrie J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics. A biometrical Approach. 2nd Edition (New York: McGraw Hill Book Company Inc.). 481 p.
16. Wahua T.A.T., Babalola O. & Aken'Oven M.E., 1981. Intercropping morphologically different types of maize with cowpeas: LER and growth attributes of associated cowpeas. Experimental Agriculture 17(4): 407- 413.
17. Willey R.W. & Osiru D.S.O., 1972. Studies on mixtures of maize and beans with particular reference to plant population. Journal of Agricultural Science, Cambridge 79: 519- 529.

E. Adipala, Professor of Plant Pathology, Makerere University, P.O. Box 7062, Kampala, Uganda.
 C.P. Ocaya, Former- graduate Student, Makerere University, P.O. Box 7062, Kampala, Uganda.
 D.S.O. Osiru, Professor of Agronomy, Makerere University, P.O. Box 7062, Kampala, Uganda.

Nutrient Availability in the Surface Horizons of Four Tropical Agricultural Soils in Mali

M. Soumaré*, A. Demeyer, F.M.G. Tack & M.G. Verloo

Keywords: Soil fertility – Macro and micronutrient – Mali

Summary

Studies of nutrient availability are important for the understanding and the estimation of soil fertility in areas like West Africa, where low nutrient availability is still one of the major constraints for food production. Physico-chemical soil analyses were used to assess the fertility status of the surface horizon samples of four Malian agricultural soils, (Bougouni, Kangaba, Baguinéda and Gao abbreviated as Bgni, Kgba, Bgda and Gao). Soil texture was sandy loam for Bgni and Kgba, sandy clay loam for Bgda and loamy sand for Gao. Soil pH values varied from moderately acid for Bgda to neutral for the other sites. Organic carbon ranged from very low (for Gao) or low (for Bgni and Bgda) to medium (for Kgba). Total N, P and CEC were low for the four soils. Available contents of Fe and Mn in all soils, except Gao, were higher than the critical levels while available Cu and Zn contents (except in Kgba) were below or close to it. Results indicated that Kgba soil had a better macronutrient status for plant growth than the other sites.

Résumé

Disponibilité des éléments nutritifs dans les horizons superficiels de quatre sols tropicaux agricoles du Mali

Les études de la disponibilité des éléments nutritifs sont nécessaires pour la compréhension et l'estimation de la fertilité des sols des régions comme l'Afrique de l'ouest où la baisse de la fertilité des sols constitue une contrainte majeure pour la production alimentaire. Des méthodes d'analyses physico-chimiques ont été utilisées pour évaluer le statut de la fertilité des horizons superficiels de quatre sols agricoles du Mali (Bougouni, Kangaba, Baguinéda et Gao abrégés comme Bgni, Kgba, Bgda et Gao). La texture est limono-sableuse à Bgni et à Kgba, limono-argilo-sableuse à Bgda et sablo-limoneuse à Gao. Le pH des sols varie de moyennement acide pour Bgda à neutre pour les autres sites. Le carbone organique varie de très bas (pour Gao) ou bas (pour Bgni et Bgda) à moyen (pour Kgba). La capacité d'échange cationique et les teneurs totales en azote et en phosphore sont faibles pour les quatre sols. Les teneurs en Fe et Mn disponibles dans tous les sols étudiés exception faite pour celles du Mn dans le sol de Gao, sont supérieures aux valeurs minimales exigées. Quant aux teneurs en Cu et en Zn disponibles, elles sont inférieures ou proches des valeurs critiques dans les sols de Bgni, Bgda et Gao. Les résultats indiquent que le sol de Kgba possède un potentiel en macronutriments plus élevé que les autres sites.

Introduction

Soil fertility in Africa is under pressure as an increasing number of farmers attempt to make a living based on what the soil can offer to growing plants (28). Although many studies on soil fertility in Africa have been carried out by research institutions since the sixties, many agricultural areas are still not studied yet. Most small farmers face to the lack of scientific basis for improving the productivity of their soils. According to the classification of soil nutrient balances for arable land of sub Saharian Africa of Stoorvogel and Smaling (29), Mali is one of the countries where even major fertilizer (N, P, K) application rate is low. Maintenance of soil fertility for sustained soil productivity requires proper knowledge of nutrient availability or soil physicochemical characteristics.

Agricultural soils of Mali have not been sufficiently documented and recent data on fertility status are almost not available. Besides that, there is a need for detailed soil micronutrient status in Mali where most of the studies (for e.g. 2, 37) have been made only on major elements.

Since a first estimation about the fertility status of the soils can be obtained by chemical analyses, analytical procedures described by Pauwels *et al.* (21) were employed to assess the plant availability of some essential nutrients such as Ca, Mg, K, P, Fe, Mn, Zn and Cu in the surface horizon of the four Malian agricultural soils. These procedures were chosen because they are relatively simple and within the

Department of Applied Analytical and Physical Chemistry.
Laboratory of Analytical Chemistry and Applied Ecochemistry, Coupure Links 653, B- 9000 Gent, Belgium.
*Corresponding author M. Soumaré (msoumare@hotmail.com).

Received on 16.07.01 and accepted for publication on 05.03.02

capabilities of many laboratories in the developing countries.

The main objectives of this study were to obtain good information about the nutritional capacity and intensity of major (P, Ca, Mg and K) and micro (Fe, Mn, Zn and Cu) nutrients and about some physical characteristics of the surface horizons of four Malian agricultural soils. These informations are used to give appropriate agronomic and environmental advice.

Methods

Site description and sample collection

Mali is a tropical country located in the Sahelian zone (from 10° to 25° N and 12° W, 4° E). Surface horizon samples were taken from four different cultivated soils that had developed under three different climatic zones (Figure 1).



Figure 1: Localisation of the samples areas and the limits of the climatic zones

The Bougouni (Bgni) (11°05' S 7°27'W) and Kangaba (Kgba) (11° 55' S 8°24' W) soils had developed under the southern part of the Sudanian agroecological zone. Annual rainfall in Kgba ranges between 1100 mm to 1500 mm while in Bgni it varies from 1000 to 1300 mm (31). Baguinéda (Bgda) (12°23' S 7°45' W) had developed under the northern part of the Sudanian with annual rainfall varying between 750 mm to 950 mm. Gao (16°18' N 0° GM) is situated in the northern part of Sahelian zone, very closed to the Sahara zone with 150 to 250 mm of rainfall (31). At Bgni site, cotton (*Gossypium hirsutum* L.), maize (*Zea mays* L.), and groundnut (*Arachis hypogaea* L.) are in rotation. For more than 8 years, the Kgba soil is used for the production of maize (*Zea mays* L.). The existence of the system of irrigation at Bgda has made this site usable for rice (*Oryza sativa* L.) production during the raining season and for maize (*Zea mays* L.), groundnut (*Arachis hypogaea* L.) and sometimes vegetables during the dry season. The Gao site is mostly used for sorghum (*Sorghum bicolor* L.), vouandzé and groundnut (*Arachis hypogaea* L.) productions. The corresponding names (from the French classification of 1967) in the American taxonomy are as follows: Ustraptpts, Haplustalfs, Plinthaquepts and Torripsamments for Bgni, Kgba, Bgda and Gao respectively (5). On each site, 20 samples of topsoil (0-10 cm) were taken randomly on an area of about 0.1 ha, mixed to form composite soil samples and air dried by spreading them on a plastic sheet at room temperature.

Analyses

The different analyses were performed according to methods described by Pauwels *et al.* (21). Particle size distribution was performed by dry and wet sieving. Soil pH was measured potentiometrically (Orion model 420A) in a ratio of 1/2.5 soil/water suspension after equilibration for 16 h. Bulk density was determined in the non disturbed samples. Electrical conductivity (EC) and water soluble sulfate were measured in a saturation extract. EC was measured with a Microprocessor Conductivity Meter (LF 537) while the water soluble sulfate by ion chromatography (Dionex 2000i/SP). The organic carbon was analysed by the Walkley and Black method. Total nitrogen was determined using a modified method of Kjeldahl. Cation exchange capacity (CEC) was determined after saturation of the sorption complex with 1M neutral (pH 7) solution of ammonium acetate. Extractable forms of Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn and Cu were extracted with a buffered (pH 4.65) solution of 0.5 M NH₄OAc-0.02 M EDTA with a ratio of 1/5.

Exchangeable Ca, Na, and K were determined with flame emission photometry (Eppendorf Elex 6361). Mg, Fe, Mn, Zn and Cu contained in the different solutions were measured by atomic absorption (Varian SpectrAA 10). Available P was extracted with 0.03 M NH₄F + 0.1 M HCl. Total P was extracted with 18 % HClO₄. Total and available P were determined colorimetrically (Spectrophotometer, CE 373) using the Scheel method.

Results and discussions

Physicochemical characteristics

In the four studied soils, the sand fraction dominated (Table 1). Most of the surface horizons of the agricultural soils in west Africa contain more than 50 % of sand (4, 18, 19). This sandy dominance suggests that the soils are quite permeable to air, water and roots, but they have low water holding capacity and poor capacity for storing plant nutrients. According to the soil textural triangle of FAO (8), soils were classified as sandy loam (for Bgni and Kgba), sandy clay loam (for Bgda) and loamy sand for Gao. Clay contents of Bgni and Gao were below the minimum level (12 %) required by Gaucher cited by Horgnies (10). This suggests that these soils are not strong in their structural stability and may be subject to a high erosion. The bulk densities were below the limit level of (1.9 g/cm³) where root growth is usually stopped (12).

Soil pH varied from moderately acid for Bgda to neutral for the other sites, according to the acidity classes given by Veldkamp (34). This is within an optimal range for growth of maize (*Zea mays* L.), groundnut (*Arachis hypogaea* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) (34). According to Sys (30) pH value in Bgda soil (5.67) may indicate P, Ca, Mg, and Mo deficiency while at the other sites (> 5.6) trace elements (such as Fe, Mn, Zn, Cu and Co) deficiency may occur (34). pH values in the four soils indicate that there is no danger from either exchangeable Al or excess of carbonates (15).

The electrical conductivity was below 2 dS.cm⁻¹. According to the reference values of the United States

Salinity Laboratory (27), salinity is not expected to affect plant growth. The total N was very low for three soils (Bgni, Bgda and Gao) and low for Kgba. In west and central Africa, levels of 0.125 to 0.2 % of total N are considered as satisfactory (7). Organic matter content was medium for Kgba, very low for Gao and low for Bgni and Bgda (30). Low organic carbon contents in these soils are related to their agricultural use, the very limited organic amendment, and to the fast decomposition of organic matter in the tropical conditions (22, 26). The High C:N ratio (20 - 25.7) confirmed the greater degree of breakdown of organic matter in the studied soils.

According to the reference values of the Laboratory of Soil, Plant and Water of Sotuba (Mali), available phosphorous was from medium (> 5 mg/kg) for Kgba, and

33) for tropical ferric and hydromorphous soils. Retention or fixation of P with Fe might be the main reasons of low available P in Bgda (13). Available P in all soils (except Kgba) was below the critical levels (4-29 mg/kg) for rice growth given by Dobermann *et al.* (6). Comparison of total P contents (Table 1) to the data of nine topsoil from the savanna region of Ghana (20) showed high values but according to the Malian reference values (< 200 mg/kg), all soils contained low level of total P (5).

For tropical soils, Kang and Osiname (14) reported a critical extractable sulfate concentration of 8 to 10 g/kg in the surface soil. Using this criterion, all the soils in this study would be considered S deficient (Table 1).

Table 1
Physicochemical characteristics of the topsoils (0 - 10 cm layer)

Characteristics	Bgni	Kgba	Bgda	Gao
Granulometry				
Sand (%)	74.6	60.8	50.6	81.5
Silt (%)	16.4	26.2	27.4	6.8
Clay (%)	9	13	22	11.7
Texture ^a	sandy loam	sandy loam	sandy clay loam	loamy sand
ρ_b (mg/m ³)	1.6 ± 0.01	1.6 ± 0.05	1.5 ± 0.01	1.7 ± 0.02
pH _{H₂O}	6.5 ± 0.02	7.0 ± 0.02	5.7 ± 0.01	6.9 ± 0.02
EC ^b (μS/cm)	500 ± 18	488 ± 11	174 ± 11	1843 ± 32
N total (%)	0.042 ± 0.000	0.057 ± 0.004	0.049 ± 0.002	0.019 ± 0.001
Organic C (%)	1.1 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.0 ± 0.2	0.5 ± 0.1
Total P (mg/kg)	131 ± 10	236 ± 32	100 ± 5	114 ± 3
P _{Available} (mg/kg)	1.3 ± 0.2	5.4	0.6 ± 0.1	2.7 ± 0.3
Extractable SO ₄ ^b (mg/L)	9 ± 0.3	7 ± 0.2	6 ± 2.0	41 ± 4.0

Data are mean ± standard deviation of six replicates. ^aAccording to the FAO soil textural triangle (Soil Resources, Management and Conservation Service Land and Water Development Division, Rome 1990). ^bMeasured in the saturation extract. EC means electrical conductivity.

very low (5 mg/kg >) for the other three soils (5). Similar results were reported by many authors (23, 24,

In accordance with the sandy texture and the low organic matter contents, CEC values (Table 2) were low (25).

Table 2
Cation exchangeable capacity (CEC), exchangeable bases (E.B), and exchangeable cation ratios in the topsoils (0 - 10 cm layer)

Characteristics	Bgni	Kgba	Bgda	Gao
CEC (cmol / kg)	2.2 ± 0.40	4.6 ± 0.07	3.1 ± 2	3.0 ± 0.05
E. B. (cmol / kg)				
K ⁺	0.107 ± 0.00	0.223 ± 0.01	0.07 0 ± 0.01	0.10 ± 0.01
Na ⁺	< 0.040	< 0.040	< 0.040	0.19 ± 0.01
Ca ⁺⁺	1.24 ± 0.07	2.93 ± 0.07	1.12 ± 0.05	1.80 ± 0.08
Mg ⁺⁺	0.55 ± 0.01	1.39 ± 0.01	0.65 ± 0.01	1.06 ± 0.07
Ca/Mg	2.3	2.1	1.7	1.7
Ca/K	11.6	13.1	16.0	18.0
Mg/K	5.1	6.2	9.3	10.6

Data are mean of six replicates ± standard deviation. < 0.040 means below detection limit.

Defoer *et al.* (4) reported similar results for three major soil types in the southern Mali. Low CEC could be explained by the dominance of kaolinite in the clay fractions and of iron oxides. The dominance of kaolinite and iron oxides of the surface horizon of some Malian soils was reported by N'Diaye *et al.* (18) and Traoré (32). Low CEC values indicate that the studied soils may have a limited capacity to retain nutrients, specially cations and may be subject of a high risk of leaching (26).

Exchangeable Ca, Mg, K and Na

Exchangeable cations followed the normal order (Ca > Mg > K > Na) for all agricultural soils (17). The relative high exchangeable Ca content is in agreement with Veldkamp (34) and may indicate a near neutral pH which is desirable for most plants, microorganisms and good for soil structure. According to the norm of interpretation given by Gaucher cited in Hincourt (9), exchangeable K varied from very low (for Bgda) or low (Bgni and Gao) to medium (Kgba) (Table 2). Veldkamp *et al.* (35) and IER (11) reported similar results. However, exchangeable K in all soils (except Bgda) were within the critical levels (0.1 – 0.4 cmol/kg) given by Wopereis *et al.* (37) for rice growth (*Oryza sativa* L.). The Bgni, Bgda and Gao soils were low in exchangeable Ca and Mg while Kgba was medium (Gaucher cited in Hincourt (9)). Low exchangeable Ca, Mg and K in Bgda is not surprising since it is an acid soil and submitted to double cropping system. Low exchangeable Ca, Mg and K at Bgni could be explained by the low input of organic fertilizers as compared to Kgba which received every year farm compost as fertilizer. Medium level of exchangeable Ca and Mg at Gao could be related to the aridity of the climate under which the risk of leaching is very low.

The Ca/Mg ratios of the four soils (Table 2) were within the optimal range of 1.5 to 5 given by Boyer (3). The Ca/K ratios in all soils except Bgni were higher than the upper limit level of 12 given by Boyer (3). This indicates that only the Bgni soil had an optimal Ca/K ratio. According to the optimal range (2- 5) of Mg/K ratio given by Euroconsult (7), only the Bgni soil presented a good equilibrium between Mg and K (Table 2).

In general, the soils have a low natural fertility as indicated by the low content of total N and P, organic matter and exchangeable bases. Since the utilization of mineral fertilizers by the farmers of the different sites

is financially prohibitive, the studied soils must be fertilized adequately by-products (crop residues, manure and farm compost) that are available in the different regions in order to complement their inherent fertility so as to supply the necessary nutrients to meet the requirements of field crops such as rice, maize, cotton and sorghum.

Micronutrients availability (Single extraction with NH₄OAc EDTA pH 4.65)

The NH₄OAc EDTA extractable or available trace metal contents were compared to reference values given by Verloo (36) for the same type reagent. In all soils, available Fe were higher than the critical levels given by Verloo (36) and above the minimum amount (> 4.5 mg/kg) required by *Sorghum bicolor* L. (16) (Table 3).

Available Fe followed this order Bgda > Kgba > Bgni > Gao. The highest amount of available Fe in Bgda soil is not surprising because this soil is used for rice (*Oryza sativa* L.) production under irrigation and that condition may create a reduction of Fe³⁺ to Fe²⁺ (13). Available Mn was above the critical level (10 mg/kg) given by Verloo (36) for Bgni, Kgba and Bgda and low for Gao. Nevertheless, available Mn obtained in Gao was still higher than the critical level proposed by Cox cited in Adriano (1). The amount of available Zn extracted in all soils (except Kgba) were below critical level for plant growth (36). Available Cu was below (for Bgni and Gao) or close (for Kgba and Bgda) to the critical levels given by Verloo (36). The results suggest that Cu deficiency may occur in all soils, Zn deficiency in three soils (Bgni, Bgda and Gao), and Mn in Gao.

Interpretation of data was difficult because of the absence of reference levels for Malian soils and also in the literature there are no static values of interpretation. In order to evaluate the real uptake of nutrient further studies are required.

Conclusions

The particle size distribution revealed that the sand fraction dominated in the four soils studied and that might indicate low water retention capacity. Three of the four (Bgni, Kgba, and Gao) soils studied had neutral reaction while Bgda was acidic. All the four soils selected for the present study were low in total N and P, available S and Cu, and CEC. The CEC values

Table 3
Micronutrients extracted with NH₄OAc-EDTA in mg/kg

Element (mg/kg)	Bgni	Kgba	Bgda	Gao
Fe	36 ± 4	42 ± 3	70 ± 8	30 ± 1
Mn	12 ± 0.4	21 ± 3	17 ± 0.1	6 ± 1
Zn	1.4 ± 0.5	5 ± 1	1.5 ± 0.3	1.1 ± 0.3
Cu	1.3 ± 0.1	2.0 ± 0.2	2.0 ± 0.1	1.6 ± 0.4

Data are mean of six replicates ± standard deviation.

showed also that in the four soils high leaching of nutrients may occur. The total organic carbon, available P and exchangeable Ca, K, and Mg were low for three soils (Bgni, Bgda and Gao) and medium for Kgba. Three of the four soils (Kgba, Bgda and Gao) were also characterised by imbalance between Ca and K and between Mg and K. Mg deficiency might occur in the Gao soil. Considering the different characteristics studied, Kgba showed a better nutrient status than the other soils. The relatively high nutrient level at Kgba might be related to the use of manure and farm compost. An oriented program for the improvement of the productivity of the selected soils must supply N, P, K, Ca, Mg, Cu, S, organic carbon and Mn (for Gao only). Since the utilization of mineral fertilizers by the farmers of the different sites is financially prohibitive, and the low input of organic fertilizers appeared to be a common problem for the four sites, the improvement of the productivity of the studied soils should be done towards the utilization of by-products (crop residues, manure and farm compost) that are available in the different regions. But, prior to the

use of farm compost or manure at Bgni, Kgba and Gao sites, the effects of the chosen organic material on the redistribution of the micronutrients (such as Fe, Mn, Zn and Cu) should firstly carefully be examined. In Bgda, more attention should be given on retention of P.

Acknowledgements

The authors wish to thank Mr. Mamadou Koné and Dramane Coulibaly (respectively Chef et agent de la section centrale de la CMDT de Bougouni), Mr. Ousmane Touré and his family (farmer in Bougouni), Ben Mohamed (Directeur de la section Opération Haute Vallée du Niger à Kangaba), Mr Togola (engineer in Kangaba), Mr Abdoulaye Mama Touré (Département des eaux et forêts à Kangaba), Mr Maré Doumbia (farmer in Kangaba), Mr Bouno Kampo (engineer in Baguinéda), Mr. Seydou Traoré (1^{er} adjoint au commandant de cercle de Gao) and Mr Boncana Touré (Chef SSRA de Bagoundié).

Literature

- Adriano D.C., 1986. Trace elements in the terrestrial environment. Springer Verlag, New York, NY.
- Bacci L., Cantini C., Pierini F., Maracchi G. & Reyniers F.N., 1999. Effects of sowing date and nitrogen fertilization on growth, development and yield of a short day cultivar of millet (*Pennisetum glaucul* L.) in Mali. *European J. Agron.* 10, 9-21.
- Boyer J., 1982. Les sols ferrallitiques Tome X: facteurs de fertilité et utilisation des sols. Initiations-Documentations Techniques n° 52, ORSTOM, Paris.
- Defoer T., De Groote H., Hilhorst T., Kanté S. & Budelman A., 1998. Participatory action research and quantitative analysis for nutrient management in southern Mali: a fruitful marriage? *Agricul. Ecosys. Environ.* 71, 215-228.
- Diallo Y., 1996. Personal Communication. Soil scientist at the BICD (Bureau d'Ingénieurs Conseils pour le Développement à Bamako), Mali.
- Dobermann A., Cassman K.G., Sta Cruz P.C., Nue H.U., Skogley E.O., Pampolino M.F. & Adviento M.A.A., 1995. Dynamic soil test for rice. In: *Fragile Lives in Fragile Ecosystems. Proceedings of the International Rice Research conference, 13-17 February 1995.* International Rice Research Institute, Manila, Philippines, pp. 343-365.
- Euroconsult, 1989. *Agricultural compendium for rural development in the tropics and the subtropics.* Elsevier, Amsterdam, pp. 91-740.
- F.A.O., 1990. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Guidelines for soil description. 3rd edition. Soil Resources, Management and conservation Service, Land and Water Development Division. Rome, 42-43.
- Hincourt D., 1990. Diagnostic morphopédologique et évaluation de la fertilité des terres au Fouta Djallon. Travail de fin d'études. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.
- Horgnies M., 1983. Contribution à l'étude de la fertilité potentielle des sols alluviaux au Shaba. Périmètre de Mangomba, Zaïre. Travaux de fin d'étude. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, pp. 27.
- IER (Institut d'Economie Rurale), 1996. Rapport analytique, campagne 1995-1996. IER, Bamako, Mali, pp. 243.
- Jones C. A., 1983. Effect of soil texture on critical bulk densities for root growth. *Soil Sci., Am. J.* 47, 1208-1211.
- Kabata-Pendias A. & Pendias H., 1985. Trace elements in soils and plants. Library of Congress Card Number 83-15083, Inc., 2000 Corporate Blvd., N. W., Boca Raton, Florida, 33431.
- Kang B. & Osiname O., 1976. Sulphur response of maize in western Nigeria. *Agron. J.* 68, 333-336.
- Laurent B., 1988. Premier diagnostic des manifestations ponctuelles de la salinité dans le périmètre de mise en valeur du lac Horo au Mali. Travaux de fin d'études. Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.
- Lindsay W. L. & Norvell W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42, 421-428.
- Marcos M.L.F. & Gonzalez A.P., 1994. Cation leaching from two soils located in lysimeters since 1988 to 1990 in a long term experiment. *Agrochimica*, 38, 341-354.
- N'Diaye M.K., Guindo D. & Dicko M. K., 1997. Gestion de la fertilité des sols rizicoles de l'Office du Niger. In: Miézan K.M., Wopereis M.C.S., Dingkuhn M., Deckers J., Randolph T.F., (Eds.), *Irrigated Rice in the Sahel: Prospects for Sustainable Development.* West Africa Rice Development Association, 01 Bouaké, BP 2551, Côte-d'Ivoire, ISBN 92 9113 1091, pp. 201-211.
- Ouédraogo E., Mando A. & Zombré N.P., 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agricul. Ecosys. Environ.* 84, 259-266.
- Owusu-Bennoah E. & Acquaye D.K., 1989. Phosphate sorption characteristics of selected major Ghanaian soils. *Soil Sci.* 148, 114-123.
- Pauwels J. M., Van Ranst E., Verloo M. G. & Mvondo Z. A., 1992. Manuel de laboratoire de pédologie. A.G. Building, Place du Champ de mars 5, Boîte 57, 1050 Bruxelles. Publications Agricoles 28, 191-208.
- Pieri C., 1989. Fertilité des terres de Savanes. Bilan de trente années de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. CIRAD, Ministère français de la coopération et du développement, Montpellier, Paris, France.
- Poullain J.F., Doumbia A., Franc M., Jenny F., Pieri C., Thibout F. & Traoré M.F., 1975. Amélioration de la fertilité des sols agricoles du Mali. Bilan de treize années de travaux (1962-1974). *Agron. Trop.* 31, 401-416.
- Roche P. & Pichot J., 1972. Phosphore dans les sols tropicaux. Communication présentée au Séminaire conjointement organisé par l'IITA, l'IRAT et la fondation Ford à Ibadan, 22-26 mai 1972. Nigeria.
- Sanchez P. A., 1976. Properties and management of soils in the tropics. John Wiley, New York, pp. 618.
- Sanchez P.A., Couto W. & Buol S.W., 1982. The fertility capability soil classification system: interpretation, applicability and modification. *Geoderma*, 27, 283-309.
- Seat L.F. & Peterson H.B., 1962. In: Bear, F.E., (Eds), *Chemistry of the soil.* Reinhold Publishing Corporation, New York, 2nd edition, pp. 292.

28. Smaling E.M.A., Nandwa S.M. & Janssen B.H., 1997. Soil fertility in Africa is at stake. ASA and SSSA, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA. Repl. Soil Fert. Africa SSSA 51, 47-61.
29. Stoorvogel J.J. & Smaling E.M.A., 1990. Assessment of soil nutrient depletion in sub-Saharan Africa, 1983-2000. Rep. 28. DLO Winand Staring Ctr. For integrated Land, Soil and Water Res., Wageningen, the Netherlands.
30. Sys C., 1979. Regional pedology. Tropical soils, part II, ITC Ghent, pp. 25-125.
31. Traoré S., 1998. Agro-météorologie au Centre de Recherche Agronomique de Sotuba. Sotuba, Mali.
32. Traoré M.F., 1974. Etude de la fumure minérale azotée intensive des céréales et du rôle spécifique de la matière organique dans la fertilité des sols au Mali. Agron. Trop. 29, 567-586.
33. Traoré M.F., 1972. Evaluation de la fertilité des sols du Mali en phase de végétation. Communication présentée au Séminaire conjointement organisé par l'IITA, l'IRAT et la fondation Ford à Ibadan, 22-26 mai 1972. Nigéria.
34. Veldkamp T., 1992. Fertilité du sol. Agromisa B.P. 41, Wageningen, Pays Bas. Agrodok 2, 2-8.
35. Veldkamp W.J., Traoré A., N'Diaye M.K., Keita B. & Bagayoko M., 1991. Fertilité des sols du Mali, Mali-sud/Office du Niger. Interprétation des données analytiques et des plantes. IER Sotuba, Bamako, Mali, pp. 149.
36. Verloo M.G., 1983. Importance of micronutrients in multiple cropping systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Fert. Plant Nutr. 5, 79-83.
37. Wopereis M.C.S., Donovan C., Niébé B., Guindo D. & N'Diaye M.K., 1999. Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of West Africa. Part I. Agronomic analysis. Field Crops Res. 61, 125-145.

M. Soumaré: Malian, Master in soil science, speciality soil chemistry and ecopedology. Master in agronomy, speciality agrochemistry and pedology. Researcher at the Department of Applied Analytical and Physical Chemistry of the University of Ghent since 1997.

Demeyer: Belgian, Doctor, Assistant at the Department of Applied Analytical and Physical Chemistry of Ghent University from October 1994 until February 2001.

F.M.G. Tack: Belgian, Professor at the Department of Applied Analytical and Physical Chemistry of Ghent University since 1998.

M.G. Verloo: Belgian, Professor at the Department of Applied Analytical and Physical Chemistry of Ghent University since 1988.

Spread of Cooking Bananas (*Musa* spp., genome ABB) in a Traditional Plantain-Growing Area in Southeast Nigeria

M. Tshionza¹, J. Lemchi², C. Ezedinma³, & A. Tenkouano⁴

Keywords: Cooking bananas – Plantains – Farmers – Diffusion

Summary

The study examined the level and rate of spread of cooking bananas (*Musa* spp., ABB genome) to determine their success among the farmers. They were introduced in Southeastern Nigeria in the mid-1980s by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) as an interim measure to reduce the incidence of black sigatoka disease on plantains. Data were collected, using a structured questionnaire, from 285 randomly selected farmers in 76 villages. Results of the study indicate that about 60% of the respondents have given out suckers to other fellow-farmers. On average, every "diffuser" distributed 8 cooking banana suckers to 5 new fellow-farmers. Primary and secondary diffusions accounted for 59% and 61% respectively; while inter-village diffusion accounted for about 50% of the movement of the suckers. The study also found that the demand for the crop has been increasing since its introduction in the region.

These results indicate a high level of diffusion of the crop considering its newness in the region and that it is well accepted. They also suggest that the crop has the potential of supplementing plantain in food and income generation for the farmers in the region.

Résumé

Diffusion des bananes à cuire (*Musa* spp., génome ABB) dans une région productrice de plantains du sud-est du Nigeria

Cette étude a examiné le niveau et le taux de diffusion des bananes à cuire (*Musa* spp., ABB génome) parmi les paysans du sud-est du Nigeria. Ces bananes avaient été introduites dans cette région au milieu des années 80' pour remédier aux effets néfastes de la cercosporiose noire sur la banane plantain. Deux cent quatre-vingt cinq paysans, sélectionnés au hasard dans 76 villages où les bananes à cuire avaient été distribuées, ont été questionnés pour réaliser la présente étude.

Les résultats de l'étude révèlent qu'environ 60% de paysans interviewés ont donné des rejets à d'autres paysans. Un niveau très élevé de propagation des bananes à cuire malgré sa courte présence dans la région. En moyenne, chaque paysan a donné 8 rejets à environ 5 autres nouveaux paysans. Le pourcentage de diffusion primaire s'est élevé à 59% et celui de diffusion secondaire à 61%. Environ 50% de rejets échangés ont eu lieu entre paysans de villages différents. L'étude a aussi montré que la demande des rejets des bananes à cuire est en constante augmentation depuis leur introduction dans la région.

Ces résultats indiquent un niveau de diffusion très élevé malgré une introduction relativement récente dans la région. Ils suggèrent aussi que cette nouvelle culture a été bien acceptée et qu'elle a le pouvoir de suppléer le plantain dans la recherche du revenu agricole et de la sécurité alimentaire.

Introduction

In the mid-1980s, the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) introduced cooking bananas (*Musa* spp., ABB genome) into Southeast Nigeria from Asia (12). They were meant to serve as an interim measure in checking the incidence of black sigatoka disease on plantains. Black sigatoka is a fungal leaf spot disease (caused by the fungus *Mycosphaerella fijiensis* Morelet) that had become a serious threat to plantain production in sub-Saharan Africa (SSA) (9, 13), reducing yield by up to 50% (9, 7), and in some instances, leading to total crop failure. The long-term strategy consisted of the establishment of a plantain-breeding

program aimed at conferring black sigatoka resistance characteristics to plantains.

The major cooking banana cultivars introduced were Cardaba, Bluggoe, Fougamou, Nzizi, and Pelipita (5). They all have an ABB genome constitution and, except for Bluggoe, they are resistant to black sigatoka disease. Cooking bananas also have other important attributes including lodging resistance, drought tolerance, early ratooning capacity, as well as high bunch yield (2, 4, 8). They are less seasonal in production and have the potential of surviving in areas

¹ International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria

² Federal University of Technology, Owerri, Nigeria

³ Federal University of Technology, Owerri, Nigeria

⁴ International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria

where plantains and sweet bananas do not, due to their hardness (8).

On introduction, cooking banana plantlets were multiplied by *in-vitro* techniques and distributed to farmers. However, since the introduction of the crop, no effort has been made to evaluate the success of the crop among the farmers. One of the ways of determining the success of an innovation is to assess the level and rate of its adoption as well as the rate at which such an innovation spreads among the target population/area (3). Tshiunza *et al.* (11) found that about 58% of farmers have adopted the crop; but they did not investigate its spread among the population. An innovation can be adopted by people but still remains confined in the area where it has been introduced. A diffusion study is therefore indispensable to confirm the success of the crop in the region or otherwise. This study therefore examines the level and rate of spread of cooking bananas among the farmers in Southeastern Nigeria.

Methodology

Sampling and data collection procedures

The study was carried out in the major plantain-producing area of Nigeria (Southeast) where the crop was initially introduced through non-governmental organisations and national institutions. Non-governmental organisations included the Shell Petroleum Development Corporation, the Nigeria Agip Oil Company, the Anglican Diocese of Awka, and the International Institute of Tropical Agriculture; while national organisations included State Ministries of Agriculture and Agricultural Development Programmes.

Through the assistance of the above institutions about seven hundred villages where the crop was introduced were identified, and a random sample of 76 was chosen for the study. In each village, a certain number of cooking banana farmers was chosen, depending on the intensity of cooking banana cropping, i.e. the number of farmers growing the crop. By this process, 285 farmers were randomly selected and interviewed, and their fields visited.

A structured questionnaire was designed and used to collect data from the selected farmers. Data collected included the source of the initial suckers received by the farmer (disseminating institution or fellow-farmer), the condition of acquisition of suckers (free or pur-

chased), whether the farmer has given out suckers or not, the number and village name of fellow farmers to whom suckers were given, as well as the number of suckers given out. Data collection lasted from April 1998 to February 1999.

Definition of cooking bananas diffusion

The diffusion of a new technology can be measured in several ways depending on the situation and the type of technology under investigation (3). In this study, three inter-related parameters are used to measure the diffusion process: the number of farmers who have given out cooking banana suckers, the number of suckers given out, as well as the number of farmers to whom suckers were given. The study also makes a distinction between "primary" and "secondary" diffusion, and between "intra-village" and "inter-village" diffusion. Primary diffusion is measured from farmers who received their initial suckers from the disseminating institution(s), while secondary diffusion is measured from farmers who got their initial suckers from fellow farmers. Intra-village diffusion is the spread of cooking bananas measured within a village, while inter-village diffusion is the spread of cooking bananas between villages.

Presentation of results

Distribution of suckers to farmers

Plantlets were produced in two tissue culture laboratories (Onne and Owerri) by *in vitro* techniques and given to disseminating institutions for distribution. The strategy adopted by all the institutions that took part in the distribution exercise was to establish of nurseries for the multiplication of suckers. This enabled them to generate enough material for distribution. They created awareness of cooking bananas through various media such as seminars/workshops, field demonstration days, contact farmers, farmer group co-operatives, extension staff visits, and announcements in churches. Extension staff visits were the most common means of informing farmers about cooking bananas. Depending on the disseminating institution, farmers were supplied with suckers or asked to collect these at the multiplication site. The distribution of suckers to farmers was chiefly carried out through farmers' visits to the institutions. On average, about 4 suckers were supplied to each farmer by the disseminating institutions (Table 1).

Table 1
Amount of suckers initially distributed to farmers

Suckers (range)	Farmers	
	Frequency	Percentage
1 - 2	172.00	67.45
3 - 5	38.00	14.90
6 - 10	24.00	9.41
11 - 20	14.00	5.49
21 - 30	7.00	2.75
Mean= 3.88 (Std= 5.56)	255.00	100.00

In general, the quantity of suckers collected by each farmer depended on the amount of land the farmer had available, his closeness to the multiplication site, and the efficiency of the transportation system used by field extension staff. Cooking banana suckers were planted by farmers both in compound (nearby) and distant fields. At the time of survey, farmers had more suckers in nearby fields (average of 4.01 suckers) than in distant fields (average of 2.24 suckers) (Table 2).

This figure represents the level of primary diffusion in terms of cooking banana farmers, and is considered relatively high, considering the newness of the crop in the region. About 98% of suckers released by these farmers were directly given to fellow-farmers, while 2% were returned to disseminating institutions to supply to other farmers. Most disseminating institutions distributed suckers free of charge, but Shell and Agip adopted the option of requiring the farmer to return the same number of suckers after the first harvest.

Table 2
Average number of cooking banana mats owned (at the time of survey) by farmers in nearby and distant fields

Field location	Mean	Maximum	Minimum	Std	N
Nearby	4.01	25.00	0.00	4.60	255.00
Distant	2.24	30.00	0.00	4.89	255.00
Overall	6.25	48.00	0.00	7.21	255.00

Std= standard deviation; N= number of observations

Cardaba was the most common cultivar found, followed by Bluggoe. In most villages, local names were given. For instance, Cardaba was called “Four corners” in Rivers State (Tai Local Government), Mboro in Cross River State (Calabar Local Government), and Une in Imo State (Ohaji/Egbema and Oguta Local Governments).

On average, every farmer supplied with suckers by disseminating institution(s) reached about 5 other fellow-farmers with the crop, which is a multiplication rate of cooking banana farmers of about 500%. Manyong *et al.* (6) reported a 228% multiplication rate among farmers 4 years after new soybean cultivars were introduced in Northern Nigeria.

Primary and secondary diffusion of cooking bananas

Results of analysis indicate that 58.88% of farmers who had received their initial suckers from disseminating institutions had given out suckers to other fellow-farmers (Table 3).

About half of the suckers were exchanged in primary diffusion and the rest in secondary. On average, each primary diffuser had given out about 11 suckers to other fellow-farmers. Given that about 4 suckers were received from the disseminating institution(s), this result means that for one sucker received the primary diffuser has given out about 3 suckers (11 suckers

Table 3
Primary and secondary diffusion of cooking bananas in Southeast Nigeria

Diffusion parameter		Primary diffusion	Secondary diffusion	Overall
Percentage of farmers who gave out suckers (“diffusers”)	N	58.88	60.59	59.93
		107.00	170.00	277.00
Number of farmers reached with the crop per “diffuser”	N	5.42	4.60	4.89
	Std	52.00	94.00	146.00
		4.25	4.17	4.20
Percentage of suckers given out (total = 1639)	N	51.98	48.02	100.00
		58.00	99.00	157.00
Number of suckers given out per “diffuser”	N	11.10	6.56	8.18
	Std	52.00	94.00	146.00
		7.78	6.47	7.27

N= number of observations; Std= standard deviation

given away divided by 4 suckers received from the disseminating institutions), which is a multiplication rate of suckers of about 300%. This also means that each new fellow-farmer had received an average number of 2 suckers (11 suckers given out by each primary diffuser divided by 5 new cooking banana farmers).

Secondary diffusion results indicate that about 61% of the second set of farmers who had received suckers also gave out suckers to other fellow-farmers. This figure represents the level of secondary diffusion. On average, also every secondary diffuser reached about 5 new fellow-farmers, which is a multiplication rate of cooking banana farmers of about 500%. In terms of suckers, each secondary diffuser gave out about 7 suckers to other farmers. Given that every secondary diffuser had received 2 suckers from primary diffuser(s), this result means that for one sucker received the secondary diffuser gave out about 3.5 suckers (7 suckers divided by 2 suckers), which is a multiplication rate of suckers of about 350%. Since every secondary diffuser gave out about 7 suckers to 5 fellow-farmers, this means that every new fellow-farmer (beneficiary from the secondary diffusion) had received about 1.4 suckers (7 suckers divided by 5 new beneficiaries).

Overall, for one farmer supplied with suckers by disseminating institutions about 30 other fellow-farmers were reached with the crop, 5 in primary diffusion and 5 x 5 in secondary diffusion. In terms of suckers, for one sucker released by disseminating institutions, about 14 other suckers were generated (by the farmers) and distributed to other fellow-farmers, 3 in primary diffusion and 3.5 x 3 suckers in secondary diffusion. This is a clear indication that the crop has spread far and is well accepted and establishing itself among the farmers.

Intra- and inter- village diffusion of cooking bananas

The extent of spread can also be measured by examining the movement of the innovation over space. Farmers who got their suckers from fellow-farmers

were asked to indicate whether the latter resided in the same village or not, and if not, to say where they lived. Results show that about half of the farmers received their initial suckers from fellow-farmers residing in different villages (inter-village diffusion) (Table 4).

In terms of sucker movement, up to 49% of the suckers exchanged in the region crossed village boundaries. The request for suckers from other villages (inter-village diffusion) is more evidence of the success and wide spread of cooking bananas in the region.

Rate of spread of cooking bananas over time

The annual diffusion rate of cooking banana farmers was obtained by dividing the total number of farmers to whom a particular farmer had given suckers by the number of years the farmer has been cropping the crop. Likewise, the annual diffusion rate of cooking banana suckers was obtained by dividing the number of suckers given out by a particular farmer by the number of years the farmer has been cropping the crop. On the average, the annual rate of diffusion is 2.53 for cooking banana suckers and 1.39 for cooking banana farmers (Table 5).

This means that every farmer has been giving out about two suckers to one farmer every year since he started growing the crop. Considering the relative "newness" of the crop in the region, the rate of spread is high. Also, the average number of farmers reached with the crop and that of suckers given away yearly have been increasing since its introduction. In other words, the demand for the crop has been increasing since its introduction in the region.

Discussion of the results

The level and rate of diffusion of cooking bananas among the farmers of the study area are considered relatively high given the short period since their introduction in the region. After four years of introduction of new soybean cultivars in Northern Nigeria, Manyong

Table 4
Intra- and inter-village diffusion of cooking bananas in Southeast Nigeria

Diffusion parameter	Intra-village	Inter-village
Overall		
Percentage of farmers who received the crop from other farmers (total= 150)	50.00	50.00
Percentage of suckers received from other farmers (total of suckers= 329)	51.06	48.94

Table 5
Rate of diffusion of cooking bananas in Southeast Nigeria

Years of cropping cooking bananas	Number of suckers given away yearly per farmer	Number of farmers reached with the crop yearly per farmer	Number of observations
1 - 2	4.75	2.73	29.00
3 - 4	2.85	1.21	68.00
5 - 6	2.49	1.06	26.00
> = 7	1.87	1.07	31.00
Average= 4.49	2.53	1.39	154.00

et al. (6) reported a 228% multiplication rate among the farmers.

Among the factors likely to have affected this, are the attractive morphology of the crop, its high rate of sucker production, and its compatibility with the local plantain cropping and consumption systems. Morphologically, cooking bananas with their luxuriant leaves and firm-shiny stems are easily distinguished from plantains and sweet bananas. This attracts attention and interest, and thus the demand for the plant. Compared to local plantain cultivars, cooking bananas tend to produce more suckers; if not removed, they tend to overcrowd - and compete with - the main stem, which results in yield diminution. Upon introduction, farmers were therefore advised to reduce the number of suckers ("desuckering"). This easily contributed to the fast diffusion of the crop in the region. Farmers indicated that they easily and freely gave out suckers to other farmers since they always had enough. Again, because the material was given freely, other farmers were eager to acquire it. Apart from "desuckering", there is no special/specific attention required in cropping cooking bananas; farmers grow them just as they do for local plantains. In addition, no special recipe is needed to process cooking bananas for consumption. In another survey in the same region, Tshiunza *et al.* (10) found that cooking banana consumption patterns are similar to those of plantains.

The close-knit relationships as well as the extended family system that characterise the African rural system are likely to have also influenced the process of both intra- and inter-village diffusion of cooking bananas. Other factors likely to have affected the spread of cooking bananas between villages are rela-

tionships such as inter-village farming, inter-marriage and meetings, as well as the use of common markets.

Summary and recommendations

The study has shown that cooking bananas, which were introduced in Southeastern Nigeria as an interim measure in checking the incidence of black sigatoka disease on plantains, have spread so fast within a short period of introduction. Overall, for one farmer supplied with suckers by disseminating institutions at least 42 other farmers were reached with the crop. In terms of suckers, for one sucker released by disseminating institutions, at least 18 other suckers were generated (by the farmers) and distributed to other fellow farmers. This is a clear indication that the crop is well accepted and it is establishing itself among the farmers. This impressive spread also means that the crop has the potential of supplementing plantains in food and income generation for the farmers in the region. Since farmers have almost been responsible for the spread of the crop in the region, the introduction of "*Musa* innovations" should be targeted to farmers who are easily accessible to others, and who enjoy wide acceptability. This implies that the identification of the right audience is essential for the spread of the innovation to the target group. Future breeding efforts for hybrid plantains should consider breeding for cultivars that produce enough suckers, provided the farmers are taught the practice of removing excess suckers. Also, the incorporation of easily observable physiological traits into new hybrids is essential to facilitate awareness and spread. When villages are being selected for the introduction of an innovation, their relationships with nearby villages should be also considered as important. Easy access and close interactions greatly influence the chances of inter-village spread.

Literature

1. Badu-Apraku B., Hema I., The C., Coulibaly N. & Mellon G., 1999. Making improved maize seed available to farmers in West and Central Africa: The contribution of WECAMAN. pp 138-149 in: B. Badu-Apraku, M.A. Fakorede, M. Ouedraogo, and M. Quin (Editors), Strategy for sustainable maize production in West and Central Africa. Proceedings of a regional Workshop, 21-25 April, 1997, International Institute of Tropical Agriculture, Cotonou, Benin Republic.
2. Baiyeri K.P., Tenkouano A., Mbah B.N. & Mbagwu J.S.C., 1999. Genetic and cropping system effects on yield and postharvest characteristics of *Musa* species in Southeastern Nigeria. *African Crop Science Journal* **7** (1), 1-7.
3. CIMMYT Economic Program, 1993. The Adoption of Agricultural Technology: A Guide for Survey Design. D.F.: CIMMYT, Mexico.
4. Dadzie B.K., 1998. Postharvest characteristics of black sigatoka resistant banana, cooking banana and plantain hybrids. INIBAP Technical Guidelines. (4), International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy.
5. Hahn S., Vuylsteke D. & Swennen R., 1990. First reactions to ABB cooking bananas distributed in Southeastern Nigeria. pp 306-315 in: R.A. Fullerton and R.H. Stover (Editors), Sigatoka leaf spot disease of bananas. A proceedings of an international workshop held at San Jose, Costa Rica, March 28-April 1, 1989.
6. Manyong V.M., Dashiell K.E., Oyewole B. & Blahut G., 1996. Spread of soybean cultivars in a traditional soybean growing area of Nigeria. Paper presented at the second symposium of the African Association of Farming Systems Research Extension-Training (AAFSRET): 20 – 23 August 1996; Ouagadougou, Burkina Faso.
7. Mobambo K. N., Gauhl F., Vuylsteke D., Ortiz R., Pasberg C. & Swennen R., 1993. Yield loss in plantain from black sigatoka leaf spot and field performance of resistant hybrids. *Field Crops Research*, **35** (1), 35-42.
8. Singh H.P. & Uma S., 1996. Banana cultivation in India. IASRI, Pusa, New Delhi, India.
9. Stover R., 1983. Effet du *Cercospora* noir sur les plantains en Amérique Centrale. *Fruits*, **38**, 326-329.
10. Tshiunza M., Lemchi J., Onyeka U. & Tenkouano A., 2001. Cooking banana consumption patterns in the plantain-growing area in Southeastern Nigeria. *Tropicultura*, **19**(3), 135-140.
11. Tshiunza M., Lemchi J.I., Ezedinma C.I. & Tenkouano A., 2001. Introduction and adoption of exotic black sigatoka resistant cooking banana cultivars in Nigeria. Draft.
12. Vuylsteke D., Schoofs J., Swennen R., Adejare G., Ayodele M. & De Langhe E., 1990. Shoot tip culture and third-country quarantine to facilitate the introduction of new *Musa* germplasm into West Africa. *IBPGR/FAO Plant Genetic Resources Newsletter*, **81/82**, 5 - 11.
13. Wilson G.F. & Buddenhagen I., 1986. The black sigatoka threat to plantain and banana in West Africa production. *IITA Research Briefs*, **7** (3), 3.

M. Tshiunza, Congolese (DRC), Agri-economist, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria

J. Lemchi, Nigerian, Agri-economist, Federal University of Technology, Owerri, Nigeria

C. Ezedinma, Nigerian, Agri-economist, Federal University of Technology, Owerri, Nigeria

A. Tenkouano, of Burkina Faso, Breeder, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria

Amélioration des ovins dans l'Ouémé et le Plateau en République du Bénin. Enjeux de croisement des ovins Djallonké avec les moutons du Sahel

A.B. Gbangboché¹, F.A. Abiola², J.P. Laporte², S. Salifou³ & P.L. Leroy¹

Keywords: Crossbreeding – Sheep – Djallonke sheep – Sahelian sheep.

Résumé

Le présent article est une réflexion au travers des revues bibliographiques et de la situation actuelle des élevages ovins dans l'Ouémé et le Plateau du Bénin. Cet article situe le croisement des moutons Djallonké avec les moutons du Sahel et prospecte quelques stratégies qui pourraient être adoptées dans le contexte de l'élevage ovin dans l'Ouémé et le Plateau du Bénin.

Summary

Sheep Management in Oueme and Plateau Departments of Republic of Benin. Stakes of Djallonke Crossbreeding with Sahelian Sheep

The present study is a reflection through bibliographical review and on the current situation of sheep breeding in Oueme and Plateau of Benin.

This study situates the crossbreeding of Djallonke with Sahelian sheep and prospects some strategies that could be adopted in the context of sheep breeding in Oueme and Plateau of Benin.

Introduction

Le cheptel de l'Ouémé et du Plateau du Bénin compte environ 41.000 ovins, 103.000 caprins, 28.000 bovins et 166.000 porcins (7). Les ovins recensés dans cette région représentent 4,9% de la population ovine nationale. Leur système d'élevage est majoritairement de type extensif et l'importance des troupeaux est directement et très significativement corrélée à la taille des ménages et la main-d'œuvre disponible. La couverture sanitaire est faible; seulement 11% du cheptel est traité contre la peste des petits ruminants et 9% reçoit un traitement contre les infestations helminthiques. La mortalité avant sevrage est élevée, estimée à 40% (27).

La race Djallonké (17, 22) domine largement et y était presque exclusivement rencontrée jusqu'il y a peu. Elle est destinée essentiellement à la production de viande. Bien adaptée aux conditions des zones humides et subhumides défavorables au point de vue sanitaire et caractérisée par une forte pression glossinaire, la race Djallonké présente un faible rendement en viande par comparaison à de nombreuses autres races ovines. C'est la raison pour laquelle des essais de croisement avec la race du Sahel ont été tentés dans la sous – préfecture d'Adja – Ouèrè au Bénin

malgré les échecs fréquents d'importation de races extérieures (40) et la vulnérabilité relative de la race du Sahel au trypanosome.

Contexte et importance de croisement des ovins Djallonké avec les moutons du Sahel

Les ovins Djallonké ne répondent plus aux nouvelles exigences du marché. Les animaux lourds sont de plus en plus demandés, puisque associés à de nombreuses fêtes religieuses comme l'Aïd El Kebir¹; la commercialisation des moutons du Sahel dans l'Ouémé et le Plateau en cette période en est une preuve. Même en système intensif, l'élevage du mouton Djallonké n'est pas rentable et le souhait de son amélioration génétique a longtemps été formulé (53). La sélection apportera une solution partielle à l'amélioration de la productivité numérique et individuelle, mais ne permettra pas à elle seule de répondre au besoin pressant en production de viande ovine; en effet, le progrès génétique en Afrique est très lent, de l'ordre de 0 à 0,25%, et dans les meilleures conditions

¹ Fête musulmane caractérisée par le sacrifice de mouton. Encore appelée Tabaski.

¹ Université de Liège – Faculté de Médecine Vétérinaire - Département des Productions Animales – Boulevard de Colonster 20, Bât 43, B – 4000 Liège (Belgique).

² Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar – BP - 5077 – Dakar (Sénégal).

³ Université Nationale du Bénin – Collège Polytechnique Universitaire – Laboratoire de Recherche en Chimie et Biologie Appliquée (LARECBA) - 01 BP 2009 Cotonou – République du Bénin.

Correspondance: Gbangboché A.B., 06 BP 1015 PK3 Cotonou – République du Bénin.

Tel/Fax: 00229 30 30 84 E-mail: gbangboche@yahoo.fr

Reçu le 09.10.01 et accepté pour publication le 13.05.02.

de reproduction, de 0,7 à 1% par an (49). Lorsque les conditions le permettent (alimentation, santé), le croisement constitue un moyen d'augmenter plus rapidement la production, que la sélection ne peut atteindre qu'après de nombreuses années (20).

La sélection des Djallonké et le croisement avec les moutons du Sahel furent évoqués comme moyen d'accroître la production de viande au Nigeria (48), au Ghana (33), au Togo (54), et en Côte-d'Ivoire (45). Au Burkina-Faso, le mouton Djallonké variété «mossi», résultant du métissage en zone soudanienne entre le mouton Djallonké et le mouton du Sahel, a suscité un intérêt croissant de la part des programmes de développement en raison de sa parfaite adaptation au milieu et de ses performances. Des travaux se sont multipliés sur cet animal notamment, l'étude du cycle œstral et de la croissance folliculaire (15), de la gestation et la reprise de l'activité sexuelle après le part (14), la croissance et les aptitudes bouchères (40). Le mouton de Vogan au Togo est aussi le produit de métissage en zone guinéenne entre les moutons Djallonké et les moutons sahéliens. Ce métis est considéré comme une race d'avenir; son effectif fut évalué à 120.000 têtes et a suscité l'admiration des éleveurs (6).

Le tableau 1 expose quelques performances zootechniques et génétiques des ovins Djallonké et Sahéliens en race pure et en croisement, très dispersées en raison de la diversité des modes d'exploitation et des régions de production. Le mouton Vogan présente une supériorité laitière sur le mouton Djallonké dont il est issu et sur la brebis sahélienne du Sénégal; la quantité de lait produite est légèrement supérieure à celle des brebis Mérinos d'Australie dans les conditions pastorales en dix semaines, mais semblable en douze semaines chez les brebis Timahdite (72 kg) et Bni – Hsen (71 kg) du Maroc (2). Du fait d'un taux de mortalité élevé des agneaux croisés (6), lié aux affections parasitaires, une amélioration de la conduite de ces agneaux a été unanimement recommandée (6, 33, 48). La valeur bouchère des agneaux Vogan non engraisés est modeste à l'âge de 7 mois et demi; la composition typique des carcasses est de 65,7% de muscle, 3,7% de graisse, 25% d'os (2), alors qu'elle est respectivement de 64%, 20%, et 16% chez les jeunes mâles Djallonké âgés de 7 mois en fin d'embouche (18). Une qualité génétique aussi précieuse que la prolificité des ovins Djallonké risque d'être perdue quand on tente d'accroître le poids corporel des agneaux par croisement; cette diminution de prolificité moyenne est largement compensée en terme de productivité par le poids vif du Vogan (2, 3, 4, 5, 6). La précocité sexuelle des croisés liée à leur croissance corporelle et pondérale (33), pourrait être mise à profit dans un système d'agnelage accéléré. Les ovins Djallonké expriment un excellent niveau de résistance aux helminthes (9, 10, 11, 36, 43, 47); leur croisement avec les ovins Sahéliens constitue certainement un risque d'abaissement de leur seuil de résistance, de perte de gènes potentiellement utiles et d'apparition de maladies. Cependant, le poids à la naissance, la

croissance des agneaux et les productions de viande et de lait chez le mouton Vogan reflètent l'adaptation de ce mouton à un environnement où la pression de glossines est forte (2, 3, 4).

Le croisement des béliers du Sahel avec les femelles Djallonké pourrait entraîner des difficultés d'agnelage (44). En dehors du mouton du Sahel, le bélier black-head Persian (10) fut croisé avec les ovins Djallonké d'où le Nungua Black Head au Ghana (24).

L'intérêt des éleveurs pour la production des métis (Djallonké x Sahel) est évident. A partir des troupeaux de noyau Djallonké, il est possible de produire des F1 (50 % de gènes sahéliens) et, dans les environnements meilleurs, des F2 (75 % de gènes Sahéliens) comme proposé aux petits exploitants de régions en développement (30). Des efforts analogues de croisement à ceux du Togo méritent d'être alors entrepris au Bénin, particulièrement dans les départements de l'Ouémé et du Plateau, pour améliorer les productions ovines.

Stratégies d'amélioration des productions ovines par métissage

Choix de systèmes de croisement

Les gains découlant des systèmes de croisement tirent parti de l'hétérosis et de la complémentarité entre les races impliquées. Le choix des systèmes de croisement est tributaire du système d'élevage, du niveau de technicité et d'organisation des éleveurs, du niveau d'expérience du personnel technique d'encadrement, ainsi que des races concernées. Plus il y a de races impliquées dans un système de croisement, plus le système est lourd à gérer (39). En plus, vu le manque d'information, la décision de la programmation du meilleur croisement à adopter est malaisée (13, 46).

Dans un système du type extensif comme celui de l'Ouémé et du Plateau du Bénin (27), l'emploi de deux races (ovin Djallonké et mouton du Sahel) offrirait l'avantage de la simplicité. Le croisement industriel (discontinu) serait la forme la plus recommandée dans l'immédiat. Il permet de créer à chaque génération des animaux F1, destinés entièrement à l'abattage, d'obtenir et de renouveler les races pures. Ce type de croisement utilise mieux les phénomènes de complémentarité et d'hétérosis (13, 39, 46). Les croisés F1 des deux sexes sont en mesure de fournir un produit brut monétaire supérieur au Djallonké de par leur tendance à augmenter la production de viande. Ce plan de croisement pourra être mieux vulgarisé dans les élevages d'embouche et de production d'agneau précoce dégradant moins les pâturages; chez le bovin, le cas du croisement bovin Jersiais x N'Dama en Côte-d'Ivoire en constitue une illustration (35).

En revanche, la production et l'abattage systématique des F1 demeure un risque si l'on aspire à un accroissement numérique de cheptel ovin dans l'Ouémé et le Plateau du Bénin. L'enthousiasme souvent suscité par la vigueur des hybrides peut pousser certains éleveurs à utiliser les femelles et les mâles F1 pour la

Tableau 1
Performances zootechniques et génétiques des races de moutons Djallonké et Sahéliens
en race pure et en croisement

Performances zootechniques et génétiques	Ovins Djallonké	Auteurs	Ovins Sahéliens	Auteurs	Métis ovin Djallonké-Sahélien	Auteurs
Performances de reproduction						
Age au premier agnelage (jours)	498 572 366-638 638 489	(8) (23) (8) (52) (53)	315 446-474 351,4±37,8 360-540	(1) (55,56,57) (26) (49)	306-729	(33)
Taille de la portée	1,12-1,31 1,01-1,50	(1, 8, 23, 52) (49)	1,02-1,08 1,1±0,1	(56, 57) (26)	1,1±0,28	(33)
Intervalle entre agnelage (jours)	307 80-322	(23) (49)	300-435 180-270	(29) (49)	178-581	(33)
Prolificité (%)	147-150 117-150 100-116	(5) (49) (53)	107-111 125-161	(29) (49)	140 150	(6) (33)
Fécondité (%)	133-181 168	(1, 8, 23, 52) (53)	136-145 166-230 104-114	(56, 57) (49) (29)		
Fertilité (%)	144	(53)	123 100-132	(29) (49)		
Durée de gestation (jours)	147-157	(49)	154,8±1,0	(26)		
Oestrus du post-partum (jours)	14	(32)	61±8	(26)	30	(33)
Durée du cycle oestral (jours)	14-16	(28)	17,77±0,28	(26)	18±4	(15)
Durée de l'œstrus (heures)	43,6±20,8	(51)	42,6±1,9	(26)	30±7	(15)
Performances pondérales et caractéristiques de la carcasse						
Poids à la naissance (kg)	1,0-2,2 1,59-1,82	(49) (1, 23, 52)	2,9-3,8 2,8-3,1	(1, 57) (49)	2,34±0,05 1,76-2,69	(33) (6)
Poids à l'âge adulte (kg)	25-30	(53)	45-80	(17)	30-55	(6)
Rendement carcasse (%)	47,8	(53)			51,58±3,66	(3)
Muscle (%)	66,5	(19)			65,7	(3)
Graisse (%)	26,5	(19)			3,73	(3)
Os (%)	7,0	(19)			5,55	(3)
Productivité laitière						
Production de lait (kg)	30-86,4	(49)			70,0-111,7	(4)
Durée de lactation (jour)	70-112	(49)				
Résistance génétique	Trypanotolérance Résistance aux strongles gastro-intestinaux (9, 36, 46)		Trypanosensibilité (9)			

reproduction dans l'espoir de maintenir leur supériorité. Le métissage des demi-sangs entre eux augmente le risque de consanguinité. C'est pourquoi la prudence est nécessaire dans le choix des animaux pour la reproduction en système extensif et la destination finale des F1 mérite d'être bien connue. S'ils doivent rester dans les troupeaux pour la reproduction, un croisement en retour utilisant les béliers sahéliens et Djallonké peut être envisagé. Pour éviter des risques de consanguinité, il est recommandé l'introduction de brebis de remplacement non apparentées, tous les trois ans ou au troisième accouplement, s'il y a plus d'un agnelage par an, plutôt que tous les deux ans (30).

Le choix d'un système de croisement exige que: (1) des études en station déterminent les types d'animaux croisés qui conviendront aux élevages compte tenu de leurs conditions de production; (2) les béliers améliorateurs soient choisis dans un environnement analogue à celui dans lequel ils seront utilisés; (3) la sélection des ovins Djallonké destinés au croisement soit mise en place. Les béliers améliorateurs pourront être mis à la disposition des éleveurs sous forme de prêt; ils proviendront des troupeaux spéciaux.

Nécessité d'une évaluation des croisés et des moutons du Sahel en région humide du Bénin

Les programmes de croisement accordent une grande importance aux interactions possibles entre le génotype et l'environnement; ils exigent un planning méticuleux et notamment que les nouveaux génotypes puissent s'exprimer dans l'environnement considéré.

L'évaluation des croisés a pour but de comparer les différentes générations, de savoir s'il y a lieu de continuer les expériences et, dans l'affirmative, de les étendre dans des milieux bien plus hostiles. Notons que, si une race à introduire dans un milieu a de la valeur, elle doit faire objet d'évaluation par comparaison avec le matériel existant et ne pas être à priori considérée comme supérieure, en raison d'excellentes performances dans d'autres régions (30). Ngassongo (40) rapporte à cet effet les échecs en République Centrafricaine avec les mâles mérinos importés de France pour croiser les femelles Djallonké locales.

Enfin, l'évaluation de l'évolution et de la productivité des moutons du Sahel et des métis (ovins Djallonké x sahélien) répond au souhait formulé par la FAO (25) dans le cadre de la documentation concernant les races tropicales et aux recommandations du premier Congrès mondial de génétique appliquée à l'élevage (42).

Principales contraintes à lever

L'estimation des efforts à fournir repose sur la réduction des mortalités dans tous les groupes d'âges et l'amélioration des conditions de l'élevage. Le personnel et les éleveurs de l'Ouémé et du Plateau du Bénin ne sont pas expérimentés pour mettre en place la pratique de croisement avec efficacité. Outre la nécessité

d'élever le niveau de technicité des éleveurs et celui du personnel technique d'encadrement, on peut avoir recours à l'insémination artificielle en appui à la monte naturelle. L'insémination artificielle est considérée comme l'un des moyens privilégiés pour assurer la diffusion du progrès génétique (36, 38, 43) et son association à un programme d'amélioration des ovins dans l'Ouémé et le Plateau du Bénin (PAOOP) n'est pas utopique; le Bénin dispose d'un Centre d'Insémination Artificielle qui pourrait être rendu plus fonctionnel. Le regroupement des éleveurs, chez qui la pratique de l'élevage communautaire en troupeau de plus grande taille doit être encouragée, constitue le principal facteur de motivation. Puisqu'on peut se heurter à des problèmes pratiques, techniques ou économiques liés à l'insémination artificielle, l'utilisation de la monte naturelle exige d'estimer avec plus de précision les besoins des éleveurs en béliers améliorateurs; ces béliers étant peu nombreux, et d'autant moins nombreux qu'ils sont améliorateurs (50), leur «roulement» dans les troupeaux sera défini ainsi que les modalités de leur cession aux éleveurs.

Pour une meilleure participation des éleveurs au programme d'amélioration génétique, plusieurs auteurs (16, 37, 43) ont recommandé une structure à trois étages; elle comporte le troupeau fondateur ou pépinière, les troupeaux de multiplication, les troupeaux des producteurs. Le troupeau pépinière distribuera les béliers sahéliens qui seront utilisés dans les troupeaux de multiplication; les troupeaux de multiplication fourniront à leur tour les béliers améliorateurs aux producteurs. La procédure de recrutement des reproducteurs dans les troupeaux, proposée par Thibier (50), peut être appliquée. A partir de cette structure participative, il est possible d'évaluer le besoin en reproducteurs, le nombre de brebis susceptibles d'être inséminées et la vitesse de propagation du potentiel génétique des ovins sahéliens dans les troupeaux encadrés.

Des petits centres de saillie peuvent également être mis en place; de tels centres ont fait leur preuve dans le cas de l'espèce caprine au Rwanda avec le projet de Coopération Française «Kigali Est». Même s'ils nécessitent un contrôle plus lourd en personnel, ils n'augmentent pas significativement les coûts des programmes et autorisent au contraire une meilleure tenue de l'état d'identification des animaux (34).

Conclusion

Un véritable essai sur l'adaptation des ovins du sahel en région humide du Bénin et de leur croisement avec les Djallonké mérite d'être encouragé, pour disposer des données devant servir de base d'un Programme d'Amélioration des Ovins dans l'Ouémé et le Plateau du Bénin (PAOOP). Ces essais se justifient par la situation précaire et séculaire dans laquelle se trouvent les élevages ovins de ces départements.

Les stratégies envisagées permettront le transfert et la diffusion des meilleurs géniteurs dans les élevages à condition que le niveau des éleveurs et du person-

nel technique d'encadrement soit relevé et les conditions d'élevage (alimentation et la santé) améliorées. Elles ne requièrent guère de surplus d'inputs; leur application pratique n'occasionne que très peu de frais ou de travaux supplémentaires. Le développement d'une nouvelle race prend rarement moins de 15 à 20 ans, s'il n'y a qu'un petit noyau d'animaux étrangers pour modifier les races locales (31); l'approche participative des éleveurs à la structure de diffusion des béliers améliorateurs est considérée comme base idéale et permet d'accélérer le processus et son évaluation.

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos sincères reconnaissances à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar (Sénégal) pour avoir financé et permis les premiers essais au Centre d'Enseignement des Techniques Agricoles (CETA) à Adja-Ouère au Bénin. Nos remerciements, aux Professeurs E. Thiry, J.-C. Heymans, B. Losson, aux Docteurs J. Detilleux, F. Farnir, I. N'jikam, I. Youssao, de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège, à M. A. Hyle.

Références bibliographiques

- Adui F. & Ngere L.O., 1979. The indigenous sheep of Nigeria. *Word. Rev. Anim. Prod.*, 15, 51-67.
- Amege Y., 1984. Le mouton de Vogan (croisé Djallonké x Sahélien) au Togo. III – Performances d'engraissement et rendement des carcasses. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 37 (1), 97-106.
- Amege Y., 1984. Le mouton de Vogan (croisé Djallonké x Sahélien) au Togo. II – Valeur bouchère des agneaux non engraisés. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 37 (1), 91-96.
- Amege Y., 1984. Le mouton de Vogan (croisé Djallonké x Sahélien) au Togo. I – Production lactée et ses relations avec la croissance des agneaux. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 37 (1), 82-90.
- Amege Y., 1984. Proliférite du mouton Djallonké en milieu villageois au Togo. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 36 (1), 85-90.
- Amege Y., 1983. Le mouton de Vogan (croisé Djallonké x Sahélien) au Togo. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 36 (1), 79-84.
- Anonyme, période de 1991 – 1997. Rapports d'activité du Centre d'Action Régionale pour le Développement Rural – Ouémé (CARDER-OUEME). Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et des Pêches (MAEP), République du Bénin.
- Asare K. & Wilson R.T., 1985. Notes on village systems of small ruminant production in Ghana and bibliography of *Ghanaian small ruminant research*. Group Document n° SRC 5, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia.
- Baker R.L., 1997. Résistance génétique des petits ruminants aux helminthes en Afrique, *INRA Prod. Anim.*, 10, 99-110.
- Baker R.L., 1995. Genetics of disease resistance in small ruminants in Africa. In: *Breeding for Resistance to Infectious Diseases of Small Ruminants* (Eds. G.D. Gray, R.R. Woolaston et B.T. Eaton). ACIAR Monograph N° 34, Canberra, Australia, 120-138.
- Baker R.L., Lahlou Kassi A., Rege J.E.O., Reynolds L., Bekele T., Mukassa-Mugerwa E. & Rey B., 1992. A review of genetic resistance to endoparasites in small ruminants and an outline of ILCA's research programme in this area. Proc. of the 10th Scientific Workshop of the Small Ruminant Collaborative Research Support Programme, Nairobi, Kenya, 79-104.
- Bengaly Z., Clausen P.H., Boly H., Kanwe A. & Duvallet G., 1993. Comparaison de la trypanosome expérimentale chez certaines races de petits ruminants du Burkina-Faso. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 46 (4), 563-570.
- Bidanel J.P., 1992. La gestion des populations, comment exploiter la variabilité génétique entre race: du croisement simple à la souche synthétique. *Eléments de gestion quantitative et application aux populations animales*. INRA Prod. Anim, hors série, 249-254.
- Boly H., Koubaye A., Viguier – Martinez M.C. & Yenikoye A., 1993. Gestation et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djallonké, variété «mossi». *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 46 (4), 631-636.
- Boly H., Magagi L., Konate T., Viguier – Martinez M.C. & Yenikoye A., 1992. Cycle oestral et croissance folliculaire de la brebis Djallonké variété «mossi». *Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 45 (3 - 4), 335-340.
- Buvanendran V. & Johnson A.O., 1982. Breeding strategies for improving beef cattle productivity with particular reference to nomadic herds. In beef production in Nigeria. Proc. National Conf. Beef production. 27 – 30 July, Kaduna, Nigeria, pp 95.
- Carles A.B., 1983. Sheep production in the tropics; English Language Book Society/ Oxford University Press; ISBN 0194424146; first edition.
- CIPEA, FAO, PNUE, 1979. Le bétail trypanotolérant d'Afrique Occidentale et Centrale. Tome 2, Addis – Abeba (Ethiopie), pp 308.
- Dettmers A., Loosli J.K., Taiwo B.B. & Nkemeatu F. A., 1976. The West African Dwarf Sheep. II- Carcass traits muton quality. *Niger. J. Anim. Prod.*, 3 (2), 25-33
- Dickerson G.E., 1977. Crossbreeding evaluation of Finnsheep and some U.S. breeds market lamb production. North Central Region Pub, n° 246 USDA and Univ of Nebraska Lincoln.
- Dickerson G.E., 1969. Experimental approaches in utilising breed resources. *Anim. Breed. Abstr*, 37, 191-202
- Doutresoulle G., 1947. L'élevage en Afrique Occidentale Française. Paris, Ed. Larose, 228p.
- Fall A., Diop M., Sandford J., Wissocq Y.I., Durkin J. & Trail J.C.M., 1982. Evaluation of the productivities of Djallonké sheep and N'Dama cattle at Centre de Recherche Zootechniques, Kolda, Sénégal – Research report n° 3, ILCA, Adis Ababa, Ethiopia.
- FAO, 1999. Base de données sur les ovins au Ghana, ([HTTP://DAD.FAO.ORG](http://DAD.FAO.ORG)) fournies par Gertrude S. Aboagye.
- FAO, 1967. Rapport de la réunion du Groupe d'étude FAO sur l'évaluation, l'utilisation et la conservation des ressources génétiques animales. Rome.
- Gaillard Y., 1979. Caractéristiques de reproduction de la brebis Oudah. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 32 (3), 285-290.
- Gbangboché A.B., 1999. Situation des élevages dans l'Ouémé et perspectives d'amélioration génétique. Mémoire de DES Sciences Vétérinaires Tropicales. Institut Vétérinaire Tropical. Faculté de Médecine Vétérinaire. Université de Liège, 71 p.
- Hardouin J., 1987. Manuel d'élevage du mouton Djallonké. Tropical Animal Production and Health, série n° 4. Réf. 87/103. D/1987/0450/2. 1^{re} Edition, 85 p.
- Haumesser J.B. & Gerbaldi P., 1980. Observations sur la reproduction et l'élevage du mouton Oudah nigérien. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 33 (2), 205-213.
- Helen Newton Turner, 1978. L'élevage ovin et le petit exploitant. *Revue Mondiale de Zootechnie*, n° 28, p 4-11.
- Helen Newton Turner, 1974. L'élevage ovin sous les tropiques. *Revue Mondiale de Zootechnie*, n° 40, p 31-37.
- Jolans L.A., 1960. A study of the West African Dwarf Sheep in the close forest zone of Ashanti. *W.A.J. Bio-Chem.*, 3, 74-80.
- Kabuga J.D & Akowuah F., 1991. Reproductive performance of Djallonké x Sahelian crossbred ewes in Ghana. *Small Ruminant Research*, 5, 245-254.

34. Leboeuf B., Nercy C. & De Ruyter T., 1984. L'insémination artificielle caprine au Rwanda. Adaptation à la chèvre rwandaise de la méthode utilisée pour les races laitières européennes. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.*, **47** (2), 240-243.
35. Letenneur L., 1978. Dix années d'expérimentation sur le croisement du Bétail N'Dama x Jersiais en Côte-d'Ivoire. *Revue Mondiale de Zootechnie*, n° 27, p 36-42.
36. Mawuena K., 1987. Haut degré de tolérance à la trypanosomose des moutons et des chèvres de race naine Djallonké des régions sud – guinéennes du Togo. Comparaison avec les bovins trypanotolérants. *Rev Elev Méd Vét Pays trop.*, **40** (1), 55-58.
37. M'Bah D.A. & Tawah C.L., 1990. Livestock production in subhumid regions of west and Central Africa : Constraints and potentials for genetics improvement. Paper prepared for the West and Central Africa Workshop: Assessment of Animal Agricultural in Africa (Africa Study) organised by Winrock International Institute for Agricultural Development, Washington, D.C., U.S. A., 4-6 December, Abidjan, Côte-d'Ivoire.
38. M'Baye M., 1993. La diffusion du progrès génétique par la mise en place de géniteurs ou par insémination artificielle au Sénégal in: Amélioration Génétique de bovins en Afrique de l'Ouest – FAO. Production et Santé Animale, n° 110.
39. Minvielle F., 1990. Principe d'amélioration génétique des animaux domestiques, Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, ISBN 2 – 7380 – 0201 – 3, 211 p.
40. Ngassongo C., 1983. Note d'information sur l'élevage des ovins et caprins en Centrafrique. Direction générale de l'élevage et des industries animales, BP 707, Bangui, 192-198.
41. Nianogo A.J., Soma L., Bonkougou G.F.X., Nassa S. & Zoundi S.J., 1995. Utilisation optimale de la graine de coton et des fourrages locaux pour l'engraissement des ovins Djallonké type Mossi. *Rev. Rés. Amélior. Prod. Agr. Milieu Aride*, **7**, 179-195.
42. Nouvelles et Notes, 1974. *Revue Mondiale de Zootechnie*, n° 40, p 31-37.
43. Osinowo, O.A. & Aboubakar, B.Y., 1989. Méthodes d'élevage appropriées pour la production des petits ruminants en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. In : Rapport de l'atelier sur l'amélioration des petits ruminants en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. Adeniji, K.O. (Rédacteur), Ibadan, Nigeria, 21-25 novembre 1988, publié par l'OUA, Nairobi, Kenya, 95 p.
44. Osuagwuh A.I.A., Taiwo B.B.A. & Ngere L.O., 1980. Crossbreeding in Tropical Sheep. Incidence of dystocia and parturition losses. *Trop. Anim Hlth Prod.* **12**, 85-89.
45. Poivey J.P., Landaise E. & Berger Y., 1982. Etude et amélioration génétique de la croissance des Djallonké. Résultats obtenus au Centre de Recherches Zootechniques de Bouaké (Côte-d'Ivoire). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.*, **35** (4), 421-433.
46. Sellier P., 1992. La gestion des populations. La diversité des plans d'amélioration génétique. Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales. *INRA Prod. Anim.*, hors série 229-235.
47. Smith O.B., 1988. Health packages for the smallholder farmer in West and Central Africa. Proceedings of the Workshop on the Improvement of Small Ruminants in West and Central Africa, (Ed. Adeniji, K.O.), OAU/IBAR, Nairobi, Kenya, 211-221 p.
48. Taiwo B. B. A., Ngere L.O. & Adeleye I. O.A., 1982. Comparative growth performance of Nigerian dwarf sheep and its crosses with Permer, Uda and Yankassa. *Word Rev. Anim. Prod.*, **18**, 57-63.
49. Tawah C.L., 1993. Amélioration génétique: Bilan et perspectives dans les pays du Sud; in Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apports des technologies nouvelles. Les nouvelles éditions africaines du Sénégal, 260 p.
50. Thibier M., 1993. Monte naturelle; stratégie et gestion technique des taureaux – application particulière au contrôle de la fonction sexuelle, in Amélioration génétique de bovins en Afrique de l'Ouest – FAO. Production et Santé Animales, n° 110.
51. Toure G., Meyer C. & Kouassi A., 1995. Apparition des chaleurs et de la décharge préovulatoire de LH chez la brebis de race Djallonké après synchronisation des chaleurs avec ou sans PMSG. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.*, **48** (4), 357-361.
52. Tuah A.K. & Baah J., 1985. Reproductive performance, preweaning growth rate , preweaning lamb mortality of Djallonké sheep in Ghana. *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, **17**, 107-112.
53. Vallerand F. & Branckaert R., 1975. La race ovine Djallonké au Cameroun. Potentialités Zootechniques, conditions d'élevage, avenir. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, **28** (4), 523-545.
54. Van. Vlaenderen G., 1986. Une étude de cas sur le développement de la production des ovins et caprins au niveau du village (Togo). Projet PNUD/FAO/TOG/86/006, 142 –168. Africa, (Adeniji, K.O., ed.), OAU/IBAR, Nairobi, Kenya, 71-84.
55. Wilson R.T. & Murayi TH., 1988. Production characteristics of African Long-fat tailed sheep in Rwanda. *Small Rumin. Res.*, **1**, 3-17.
56. Wilson R.T., 1987. Production of traditionally managed small ruminants in agro-pastoral system in northern Burkina-Faso. *Trop. Agric.*, **64**, 163-169.
57. Wilson R.T., 1986. Livestock production in Central Mali : Longterm studies on cattle and small ruminants in the agropastoral system. Research report n° 14, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 67-80.

A.B. Gbangboché, Béninois, DEAT option élevage, DIT option Productions animales, DES (option Productions animales, Chercheur au Centre d'Elevage et d'Insémination Artificielle de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Nationale du Bénin 01 BP 526 Cotonou-Bénin

F.A. Abiola, Béninois, Dr. Vétérinaire, Professeur Titulaire, Directeur de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar-Sénégal, BP 5077 Dakar-Sénégal.

S. Salifou, Béninois, Dr. Vétérinaire, Maître Assistant des Universités. Enseignant au Département de Production Animale, Collège Polytechnique Universitaire, Université Nationale du Bénin, 01 BP 2009 Cotonou-Bénin

J-P. Laporte, Français, Dr., Chargé de la Coopération française à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar-Sénégal, BP 5077 Dakar-Sénégal.

J.P. Leroy, Belge, Dr. Vétérinaire, Professeur ordinaire, Doyen de la Faculté de Médecine Vétérinaire, Président de l'Institut Vétérinaire Tropical de l'Université de Liège-Belgique, Bld. de Colonster, Bât. 42, B-4000 Liège-Belgique.

Caractéristiques pédologiques comparées de termitières sous forêts primaires du plateau de Yangambi en cuvette centrale congolaise

B.M. Kombele¹

Keywords: Pedological – Characteristics – Termite mounds – Primary forests – Yangambi platform – Congolese central basin

Résumé

Quelques caractéristiques physico-chimiques des cinq formes de termitières épigées de la forêt primaire sont comparées à celles des quatre séries de sol hôtes du plateau de Yangambi. Les cinq types de termitières et leurs espèces biologiques sont: termitière en cône (tcn) de Noditermes cristifrons Sjöst., en chapeau (tch) de Cubitermes speciosus Sjöst., semi-arboricole (tsa) de Apilitermes longiceps Sjöst., en dôme (tdo) de Thoracotermes macrothorax Sjöst. et en colline (tco) de Macrotermes muellai Sjöst. Les quatre séries de sol sont: Yambaw (Y₀), Yangambi (Y₁), Yakonde (Y₂) et Yambeli (YL); elles sont plus colonisées par les termitières et plus exploitées par les agriculteurs de la région.

Les résultats obtenus montrent que les termitières sont plus fertiles que les séries de sol hôtes. Parmi elles, trois sont plus intéressantes comme sources de fertilisants; il s'agit de la tsa, tch et tdo. En moyenne, les valeurs caractéristiques de la tco sont semblables à celles de séries de sol hôtes.

Au stade actuel de recherche appliquée, la tsa s'est révélée meilleure source de fertilisants pour le riz en pots de végétation et la tdo pour l'amarante en champ expérimental. Sous forme combinée avec la paille sèche d'arachide, la tcn a donné des meilleurs résultats sur l'amarante.

A petite échelle, l'application de ces sources de fertilisants s'améliore; mais à grande échelle, elle se heurte au problème de volume et de poids encombrants de termitières.

Summary

Compared Pedological Characteristics of Termite Mounds under Primary Forests of Yangambi Platform in Congolese Central Basin

Some pedological characteristics of five identified termite mounds under primary forests of Yangambi platform in congolese central basin are compared with those of host soil series. Five termite mounds are conical shaped (tcn) of Noditermes cristifrons Sjöst., hat-shaped (tch) of Cubitermes speciosus Sjöst., semi-arboricolous (tsa) of Apilitermes longiceps Sjöst., dome-shaped (tdo) of Thoracotermes macrothorax Sjöst. and hill-shaped (tco) of Macrotermes muellai Sjöst. Four host soil series are Yambaw (Y₀), Yangambi (Y₁), Yakonde (Y₂) and Yambeli (YL); they are more colonized by termite mounds and more farmed by peasants of Yangambi region.

The achieved results show that termite mounds are more fertile than host soil series. Among five identified termite mounds, three are interesting as sources of fertilizers: tsa, tch and tdo. Particularly for the tco, analytical values are comparable to those of the host soil series.

For practical applications, tsa is identified as better source of soil fertility for rice sown to vegetables and tdo for amaranth. Combined with dried peanut straw, tcn obtained best results on amaranth.

Termite mounds are abundant in rainforest of Yangambi platform and their fertility is high compared to that of host soil series. They may be of interest as sources of soil fertility at small scale vegetables growing.

Introduction

L'explosion démographique dans le secteur de Yangambi provoque la disparition progressive de la jachère forestière. Cette disparition pousse les paysans de la région à installer leurs champs dans les réserves forestières de la biosphère de Yangambi où ils exploitent la terre jusqu'à son épuisement par le système zongisa, mot lingala signifiant remettre, répéter, replanter (9).

Pour diminuer la pression paysanne sur les réserves forestières de la biosphère, un système efficace de fertilisation doit être planifié dans la région. Les paysans y étant pauvres, donc incapables d'acheter des engrais chimiques importés, l'utilisation des fertilisants locaux, en général organiques, s'avère incontournable pour résoudre le problème posé par la déforestation dans la réserve de biosphère de Yangambi.

¹ Département de Science du Sol, Faculté d'Agronomie de Yangambi B.P. 1232 Kisangani, République Démocratique du Congo.

Reçu le 22.05.00 et accepté pour publication le 22.04.02.

Actuellement Doctorant à l'Unité Sol-Ecologie-Territoire de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.

Milieu et matériel

Vaste d'environ 5.000 km² dont Yangambi-centre sur 2.000 km² (8, 11), le secteur de Yangambi est situé dans le nord-est de la cuvette centrale congolaise et a pour coordonnées géographiques 0°45'N, 24°29'E et 500 m d'altitude (1, 5). Son climat est équatorial continental chaud et humide (1), du type A_f de Köppen avec une température moyenne annuelle de 24,6° C (9, 17). Les sols du plateau de Yangambi sont des sols ferrallitiques typiques (2, 15, 19) dont les séries les plus caractéristiques sont Yambaw (Y₀), Yangambi (Y₁), Yakonde (Y₂) et Yambeli (YL) (18). Les espèces végétales dominantes sont des césalpiniacées géantes: *Cynometra* sp, *Scorodophloeus zenkeri* Harms., *Gossweilerodendron basalmiferum* (Verm.) Harms., *Brachystegia laurentii* (De Wild.) J. Louis ex Hoyle, *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) et *Uapaca* sp. (6).

Sous les végétations forestières de ces quatre séries de sol, cinq formes de termitières sont remarquables (10): termitière semi-arboricole (tsa) de *Apilitermes longiceps* Sjöst., en chapeau (tch) de *Cubitermes speciosus* Sjöst., en colline (tco) de *Macrotermes muellai* Sjöst., en cône (tcn) de *Noditermes cristifrons* Sjöst. et en dôme (tdo) de *Thoracotermes macrothorax* Sjöst. Les cinq genres identifiés appartiennent à la grande famille de Termitidées Banks, 1920 ou Light, 1921, correspondant à la famille de Métatermitidées Holmgren, 1909 (7). Les échantillons composites des sols hôtes et des cinq formes de termitières ont été prélevés sous les végétations primaires respectives de chaque série de sol et ont servi de matériel à cette étude.

Méthodes

Quatre étendues de 200 m x 250 m chacune ont été délimitées dans la forêt primaire de chaque série de sol. Vingt-cinq percées larges de 2 m chacune et équidistantes de 10 m y ont été ouvertes dans le sens de la longueur (3, 14). Les cinq formes de termitières épigées identifiées (tsa, tcn, tdo, tco et tch) ont été recherchées dans les différentes percées et leurs échantillons composites, par forme de termitière, prélevés dans l'habitable (10). Dans chaque parcelle expérimentale, trois profils pédologiques de 60 x 100 x 120 cm d'est à l'ouest ont été creusés à plus ou moins 150 m d'équidistance. Les échantillons composites de sols hôtes (t₀) y ont été prélevés en vrac de bas en haut en fonction des horizons observés. Conditionnés suivant les indications du laboratoire de Géopédologie, les échantillons ont été amenés à Gembloux (Belgique) pour analyses.

Les pH à l'eau et au KCl ont été déterminés au pH-mètre PHM82 à électrode en verre; la granulométrie par hydrométrie (argile et limon) et par gravimétrie (sable) après prétraitements au peroxyde et à l'acide chlorhydrique (H₂O₂ 1/3; HCl 0,2N); le carbone organique total par la méthode Springer-Klee modifiée et l'azote total par la méthode Kjeldhall; les bases échangeables et la capacité d'échange cationique par la méthode à l'acétate d'ammonium 1N à pH 7.

Résultats

Analyses granulométriques

D'une manière générale, les quatre séries de sol étudiées sont de nature sableuse avec un taux moyen de 70,1% de sable. Au sein de chaque série, le taux en sable diminue avec la profondeur, mais augmente avec la pente du terrain. Les séries situées plus haut sur le plateau révèlent des taux en argile élevés (38,9% d'argile pour Y₀) que ceux des séries situées plus bas (12,9% pour Y₂). Les taux en limon de ces séries sont faibles (taux moyen de 6,5%); entre elles, les séries situées plus haut et plus bas sont les plus fournies en limon.

Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par De Leenheer *et al.* (5) et Sys *et al.* (16) pour toutes les séries de sol de la catena de Yangambi. Quant aux variations de taux des différentes fractions granulométriques observées, on peut avancer l'hypothèse de l'influence du développement du manteau forestier qui avait couvert la région de Yangambi après le climat aride ayant prévalu au début du Quaternaire (4). En effet, ce développement a favorisé le phénomène d'érosion et de ruissellement diffus qui, jusqu'à présent, joue un rôle prépondérant dans le remodellement du relief du plateau de Yangambi. La vitesse du filet d'eau ayant sensiblement diminué, le transport des particules arrachées se fait par étapes successives. Les éléments solubles et les particules fines sont transportés plus loin que les fractions grossières, en telle enseigne que les couches plus profondes et les séries plus basses, ayant subi plus d'étapes successives que les couches superficielles et les séries de sol plus hautes, deviennent au fil de temps enrichies en sable. Le phénomène d'érosion et de ruissellement diffus par étapes successives pourrait expliquer pourquoi les dépôts colluvionnaires et alluvionnaires des tributaires intérieurs de la région sont moins argileux vers le bas des pentes (11).

Par contre, les termitières montrent des taux plus élevés en argile par rapport à ceux des séries de sol hôtes (42,8% contre 23,2%). La même tendance est également observée en ce qui concerne leurs taux en limon (13,25% contre 6,5%). Entre elles toutefois, on remarque que la tco révèle des faibles taux en fractions fines, taux qui se rapprochent plus de ceux des sols hôtes.

Les résultats du test F au niveau P.5 (3, 14) consignés aux tableaux 2 et 3 révèlent l'existence des différences significatives entre les taux moyens en argile, limon et sable des séries de sol hôtes et des termitières. Les différences hautement significatives sont observées entre les taux moyens en argile de la tsa, tch et tdo et ceux des sols hôtes (t₀), hautement significatives entre ceux de la tcn et des sols hôtes, mais non significatives entre ceux de la tco et des séries de sol hôtes. Entre elles, la tsa, la tch, la tdo et la tcn montrent des taux en argile et en sable significativement différents de ceux de la tco, mais non significativement différents en ce qui concerne leurs taux en limon. Ces résultats montrent enfin que la tcn et la tco

Tableau 1
Taux de quelques paramètres physiques des séries de sol hôtes et des termitières de la région de Yangambi en cuvette centrale congolaise

Granulométrie (%)													
Séries de sol hôtes								Termitières					
Série	Horiz.	Prof.	A	L	S	A/L	C.T.	Term.	A	L	S	A/L	C.T.
Y ₀	A ₁	0-8	28,1	3,1	68,8	9,10	SA	tsa	56,3	15,6	28,1	3,61	AL
	A ₂	8-18	33,9	7,0	59,1	4,84	AS	tch	59,6	15,6	24,8	3,82	AL
	B ₁	18-35	37,6	7,7	54,7	4,88	AS	tco	40,8	11,6	47,7	3,55	AS
	B ₂	35-70	40,8	10,0	49,2	4,08	AS	tcn	45,5	8,6	45,9	5,29	AS
	B ₃	70-99	52,9	11,3	35,8	4,68	AL	tdo	60,1	17,8	22,1	3,38	AL
Y ₁	A ₁	0-3	14,8	2,0	83,2	7,40	LS	tsa	48,6	17,3	34,1	2,80	A
	A ₂	3-16	26,1	3,6	70,3	7,25	LAS	tch	48,9	9,7	41,4	5,04	A
	B ₁	16-34	21,7	6,9	71,4	3,14	LAS	tco	31,7	2,4	65,9	13,2	LAS
	B ₂	34-120	45,2	15,4	39,4	2,93	A	tcn	31,4	3,2	65,4	9,81	LAS
	-	-	-	-	-	-	-	tdo	56,7	8,3	35,0	6,83	A
Y ₂	A ₁	0-3	10,3	7,4	82,3	1,39	SL	tsa	43,6	10,9	45,5	4,00	AS
	A ₂	3-9	10,7	1,2	88,1	8,92	SL	tch	38,0	18,9	43,1	2,01	LA
	A ₃	9-18	8,8	4,6	86,6	1,91	SL	tco	23,0	6,5	70,5	3,54	LAS
	B ₁	18-42	15,7	2,3	82,0	6,83	LS	tcn	52,5	14,4	33,1	3,65	A
	B ₂	42-120	19,1	6,1	74,8	3,13	LS	tdo	36,1	13,0	50,9	2,78	AS
YL	A ₁	0-14	7,8	10,7	81,5	0,73	SL	tsa	38,1	17,3	44,6	2,20	LAS
	A ₂	14-37	8,1	7,6	84,3	1,07	SL	tch	35,5	21,9	42,6	1,62	LAS
	A ₃	37-50	9,4	8,8	81,8	1,07	SL	tco	27,9	17,1	55,0	1,63	LS
	B ₁	50-90	20,7	5,5	73,8	3,76	SA	tcn	48,8	19,1	32,1	2,55	LAS
	B ₂	90-120	25,6	6,4	68,0	4,00	SA	tdo	33,7	16,0	50,3	2,11	LAS

Remarques: Prof. = profondeur en cm; A= argile (0- 2 μ); L= limon (2- 50 μ); S= sable (50- 2000 μ); C.T. = classes texturales F.A.O.; SA= argile sableuse; AL= argile limoneuse; LS= limon sableux; LAS= limon argilo-sableux; SL= sable limoneux; LA= limon argileux.

sont intermédiaires entre les trois autres formes et les sols hôtes.

Analyses chimiques

Les séries de sol étudiées sont de nature acide (pH < 6). Cette acidité, d'ailleurs comme les taux en carbone et azote organiques, diminue en fonction de la profondeur. Cette tendance est aussi observée en ce qui concerne leurs teneurs en cations échangeables.

Les termitières sont aussi de nature acide comme leurs sols hôtes, mais en général plus riches en carbone que ces derniers, exception faite de la tco. On observe une même tendance en ce qui concerne leurs taux en azote total et leurs valeurs en cations échan-

geables, ces derniers paramètres leur conférant une capacité totale d'échange sensiblement supérieure à celles des séries de sol hôtes, exception faite, bien entendu, de la tco.

Les paramètres chimiques des termitières sont partout plus que significativement différents de ceux des séries de sol hôtes, à l'exception de la tco dont les paramètres chimiques montrent des valeurs plus proches de celles des séries de sol hôtes. Pour les trois principaux paramètres chimiques testés, la tsa, la tch, la tcn et la tdo sont plus intéressantes que la tco dont les paramètres sont comparables à ceux des séries de sol hôtes.

Tableau 2

Test F (P.5) des taux moyens de quelques paramètres physiques des séries de sol hôtes et des termitières de la région de Yangambi en cuvette centrale congolaise

Paramètres	Source de la variation	SCE	ddl	Variance	F _{cal}	F _{tab}	Conclusions
Argile (0- 2 μ)	Totale	3.988,17	23	173,40			F _{cal} > F _{tab}
	Séries de sol hôtes	1.099,95	3	366,65			Existence de différences significatives
	Sols hôtes + termitières	2.016,93	5	403,39	6,94	2,90	
	Résiduelle	872,07	15	58,14			
Limon (2- 50 μ)	Totale	721,37	23	31,36			F _{cal} > F _{tab}
	Séries de sol hôtes	233,74	3	77,91			Existence de différences significatives
	Sols hôtes + termitières	287,39	5	57,48	4,31	2,90	
	Résiduelle	200,24	15	13,35			
Sable (50- 2000 μ)	Totale	6.214,45	23	270,19			F _{cal} > F _{tab}
	Séries de sol hôtes	1.062,54	3	354,18			Existence de différences significatives
	Sols hôtes + termitières	3.642,12	5	728,42	7,24	2,90	
	Résiduelle	1.509,78	15	100,65			

Tableau 3

Niveaux de signification des différences entre les taux moyens de quelques paramètres physiques des séries de sol hôtes et des termitières de la région de Yangambi en cuvette centrale congolaise

Paramètres	Sol. hôt.	Taux moyens (%)	t ₀	t _{sa}	t _{ch}	t _{co}	t _{cn}	t _{do}
	+ termit.							
Argile (0- 2 μ)		23,20	23,20	46,65	45,50	30,85	44,55	46,65
	t ₀	23,20	-	23,45***	22,30***	7,65°	21,35**	23,45***
	t _{sa}	46,65		-	1,15°	15,80*	2,10°	0,0°
	t _{ch}	45,50			-	14,65*	1,0°	1,15°
	t _{co}	30,85				-	13,70°	15,80*
	t _{cn}	44,55					-	2,10°
	t _{do}	46,65						-
Limon (2- 50 μ)		6,50	6,50	15,27	16,52	9,37	11,32	13,77
	t ₀	6,50	-	8,77**	10,02**	2,87°	4,82°	7,27**
	t _{sa}	15,27		-	1,25°	5,90*	3,95°	1,50°
	t _{ch}	16,52			-	7,15*	5,20°	2,75°
	t _{co}	9,37				-	1,95°	4,40°
	t _{cn}	11,32					-	2,45°
	t _{do}	13,77						-
Sable (50- 2000 μ)		70,07	70,07	38,07	37,97	59,77	44,12	39,57
	t ₀	70,07	-	32,0***	32,10***	10,30°	25,95**	30,50***
	t _{sa}	38,07		-	0,10°	21,70**	6,05°	1,50°
	t _{ch}	37,97			-	21,80**	6,15°	1,60°
	t _{co}	59,77				-	15,65*	20,20*
	t _{cn}	44,12					-	4,55°
	t _{do}	39,57						-

Remarques:

***: différences très hautement significatives

** : différences très significatives

*: différences significatives

°: différences non significatives

Discussions et conclusions

Les séries de sol étudiées sont de nature sableuse (taux moyen en sable de 70,1%, en limon de 6,5% et en argile de 23,4 %), acides (pH moyens à l'eau et au KCl de 4,9 et de 3,7), pauvres en matières organiques (taux moyens en carbone et azote organiques de 1,5% et de 0,1%) et d'une faible capacité totale d'échange ($T < 7$ méq/100 g). Par contre, leurs termitières épigées sont plutôt de nature argilo-limoneuse (taux moyens globaux en argile de 42,8%, en limon de 13,2% et en sable de 44,0%). En plus de cet avantage qui leur confère une fertilité physique supérieure à celle des séries de sol hôtes, les termitières étudiées

richesse en azote total. Leurs teneurs en bases échangeables S_b sont aussi supérieures à celles des séries de sol hôtes (en moyenne 1,43 méq/100 g contre 0,37 méq/100 g); il en va de même en ce qui concerne leurs teneurs en cations acides S_a (en moyenne 15,3 méq/100 g contre 3,72 méq/100 g) et leur capacité totale d'échange T (en moyenne 16,73 méq/100 g contre 4,06 méq/100 g).

Testées comme sources de fertilisants sur le riz en pots de végétation (12), puis en champ expérimental sur l'amarante (13) sur le sol de la série Yakonde (Y_2) à Yangambi, la tsa s'est révélée meilleure pour le riz et la tdo pour l'amarante; mélangées à de la paille

Tableau 4

Valeurs de quelques paramètres chimiques des séries de sol hôtes et des termitières de la région de Yangambi en cuvette centrale congolaise

Analyses chimiques																	
Séries de sol hôtes										Termitières							
série	hor.	Prof.	pH	%C	%N	C/N	S_b	S_a	T	term	pH	%C	%N	C/N	S_b	S_a	T
Y_0	A ₁	0-8	4,3	2,8	0,3	9	0,79	6,20	6,99	tsa	3,9	2,8	0,39	7	2,55	19,6	22,1
	A ₂	8-18	4,9	2,6	0,2	13	0,38	5,12	5,50	tch	5,9	3,7	0,43	9	2,13	24,1	26,2
	B ₁	18-35	5,1	2,1	0,2	10,5	0,46	4,14	4,60	tco	4,7	1,4	0,20	7	1,65	8,7	10,3
	B ₂	35-70	5,6	2,3	0,16	14	0,31	5,28	5,59	tcn	4,8	3,5	0,46	8	2,49	20,1	22,6
	B ₃	70-99	5,9	1,9	0,13	15	0,23	5,09	5,32	tdo	5,6	3,1	0,41	8	1,39	19,9	21,3
Y_1	A ₁	0-3	4,2	2,4	0,20	12	0,49	3,81	4,30	tsa	3,8	2,5	0,32	8	1,38	17,1	18,5
	A ₂	3-16	4,7	2,2	0,16	14	0,26	3,14	3,40	tch	5,3	3,4	0,42	8	2,06	19,5	21,6
	B ₁	16-34	4,9	1,1	0,09	13	0,33	3,27	3,60	tco	4,5	1,3	0,19	7	1,16	5,7	6,9
	B ₂	34-120	5,1	0,7	-	-	0,27	3,43	3,70	tcn	4,4	3,2	0,44	7	2,06	18,4	20,5
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tdo	4,9	2,9	0,31	9	1,34	15,8
Y_2	A ₁	0-3	4,1	1,7	0,16	11	0,58	5,12	5,70	tsa	3,7	3,3	0,29	11	0,54	14,5	15,0
	A ₂	3-9	4,4	0,9	0,08	11	0,24	2,66	2,90	tch	4,7	2,8	0,46	6	1,38	18,3	19,7
	A ₃	9-18	5,0	0,5	-	-	0,65	1,65	2,30	tco	4,3	0,3	-	-	0,65	6,8	7,4
	B ₁	18-42	5,0	0,2	-	-	0,29	2,91	3,20	tcn	3,6	2,7	0,33	8	0,76	18,3	19,1
	B ₂	42-120	5,2	0,2	-	-	0,08	2,32	2,40	tdo	4,8	2,6	0,27	10	1,20	12,6	13,8
YL	A ₁	0-14	4,9	2,4	0,20	12	0,68	4,37	5,05	tsa	3,6	3,2	0,28	11	1,46	13,9	15,4
	A ₂	14-37	4,3	2,2	0,18	12	0,24	3,92	4,16	tch	4,9	3,1	0,38	8	1,25	16,9	18,1
	A ₃	37-50	4,9	1,2	0,09	13	0,47	2,81	3,28	tco	4,1	1,2	0,16	7,5	1,21	5,8	7,0
	B ₁	50-90	5,1	1,1	0,08	14	0,26	2,91	3,17	tcn	3,5	2,5	0,29	9	0,79	20,8	21,6
	B ₂	90-120	5,4	-	-	-	0,07	2,56	2,63	tdo	4,6	2,2	0,24	9	1,14	9,2	10,3

Remarques: hor. = horizon; S_b = somme des bases échangeables (méq/100 g); S_a = somme des cations acides (méq/100 g); T = capacité totale d'échange (méq/100 g); term = termitières.

montrent aussi un potentiel de fertilité chimique supérieur à celui de ces dernières. Légèrement plus acides (pH moyens à l'eau et au KCl de 4,5 et de 3,4), les termitières révèlent des rapports C/N inférieurs à ceux des séries de sol hôtes, dénotant ainsi d'une certaine

sèche d'arachide, la tcn s'est montrée plus performante que les quatre autres formes de termitières. Le fait que les termitières renferment un potentiel de fertilité plus élevé que leurs sols hôtes leur confère la capacité d'être une source intéressante des éléments

Tableau 5

Test F (P.5) des valeurs moyennes de quelques paramètres chimiques des séries de sol hôtes et des termitières de la région de Yangambi en cuvette centrale congolaise

Paramètres	Source de la variation	SCE	ddl	Variance	F _{cal}	F _{tab}	Conclusions
Carbone organique (%)	Totale	20,36	23	0,885			F _{cal} > F _{tab}
	Séries de sol hôtes	1,81	3	0,603			Existence de différences significatives
	Sols hôtes + termitières	16,28	5	3,256	24,855	2,90	
	Résiduelle	2,27	15	0,131			
Somme de bases (méq/100 g)	Totale	8,025	23	0,349			
	Séries de sol hôtes	3,173	3	1,058			Existence de différences significatives
	Sols hôtes + termitières	4,473	5	0,895	35,80	2,90	
	Résiduelle	0,379	15	0,025			
Somme de cations acides (méq/100 g)	Totale	1.015,26	23	44,142			
	Séries de sol hôtes	73,35	3	24,45			Existence de différences significatives
	Sols hôtes + termitières	893,07	5	178,614	54,857	2,90	
	Résiduelle	48,84	15	3,256			

Tableau 6

Niveaux de signification des différences entre les valeurs moyennes de quelques paramètres chimiques des séries de sol hôtes et des termitières de la région de Yangambi en cuvette centrale congolaise

Paramètres	Sol. hôt.	Taux moyens	t ₀	t _{sa}	t _{ch}	t _{co}	t _{cn}	t _{do}
	+ termit.							
Carbone organique (%)			1,505	2,95	3,25	1,05	2,975	2,70
	t ₀	1,505	-	1,445**	1,745**	0,445°	1,47**	1,195*
	t _{sa}	2,95		-	0,30°	1,90**	0,025°	0,25°
	t _{ch}	3,25			-	2,20**	0,275°	0,55°
	t _{co}	1,05				-	1,925**	1,65**
	t _{cn}	2,975					-	0,275°
	t _{do}	2,70						-
Somme de bases (méq/100 g)	Valeurs moyennes		0,37	1,483	1,705	1,167	1,525	1,267
	t ₀	0,37	-	1,113***	1,335***	0,797**	1,155***	0,897***
	t _{sa}	1,483		-	0,222°	0,316°	0,042°	0,216°
	t _{ch}	1,705			-	0,538**	0,180°	0,438*
	t _{co}	1,167				-	0,358*	0,10°
	t _{cn}	1,525					-	0,258°
	t _{do}	1,267						-
Somme de cations acides (méq/100 g)	Taux moyens (%)		3,705	16,275	19,693	6,768	19,44	14,372
	t ₀	3,705	-	12,57***	15,98***	3,063°	15,73***	10,67***
	t _{sa}	16,275		-	3,418°	9,507**	3,165°	1,903°
	t _{ch}	19,693			-	12,92***	0,253°	5,321*
	t _{co}	6,768				-	12,67***	7,604**
	t _{cn}	19,44					-	5,068*
	t _{do}	14,372						-

fertilisants pour les cultures dans les milieux où elles abondent. Sous leur forme naturelle toutefois, elles sont lourdes et moins pratiques à manipuler sur des grandes étendues de cultures; elles conviennent bien

pour les jardins de case et les cultures maraîchères, car leur application sur des grandes étendues de cultures se heurte au problème de leur concassage difficile, leur volume et poids encombrants.

Références bibliographiques

1. Bernard E., 1945. Le climat écologique de la cuvette équatoriale congolaise. Bruxelles: publications I.N.E.A.C., hors série, 44p.
2. Boyer J., 1982. Les sols ferrallitiques- Facteurs de fertilité et utilisation des sols. Paris: publications ORSTOM, tome X, 384p.
3. Dagnelie P., 1994. Théorie et méthodes statistiques- Applications agronomiques. Gembloux: presses agronomiques, vol. II, 463p.
4. De Heinzelin J., 1952. Sols, paléosols et désertifications anciennes dans le nord-oriental du bassin du Congo. Bruxelles: publications I.N.E.A.C., hors série, 168p.
5. De Leenheer L., D'Hoore J. & Sys K., 1952. Cartographie et caractérisation pédologique de la catena de Yangambi. Bruxelles: publications I.N.E.A.C., série scientifique N° 55, 62p.
6. Evrard C., Liben L. & Gutzwiller R., 1954-57. Cartes de la végétation du Congo belge et du Rwanda-Urundi. Bruxelles: publications I.N.E.A.C., B planchettes 1, 2, 3 et 4.
7. Grassé P.-P., 1949. Traité de zoologie: anatomie, système et biologie des insectes. Paris: Masson & C^{ie} Editeurs, tome IX, 1117p.
8. Jurion F. & Henry J., 1967. De l'agriculture itinérante à l'agriculture intensifiée. Bruxelles: publications I.N.E.A.C., hors série, 498p.
9. Kombele B.M., 1998. Evaluation de l'état de fertilité de sols sous forêts primaires et différentes jachères dans la cuvette centrale congolaise: cas du secteur de Yangambi. Gembloux: mémoire de D.E.S., 83p.
10. Kombele B.M., Mambani B. & Ngongo L., 1987. Etude des corrélations entre les différentes formes de termitières et les propriétés physico-chimiques des sols hôtes à Yangambi: cas de la texture et de la composition du complexe adsorbant. Bengamisa: Ann. Inst. Sup. Etud. Agron., 1, 113-125.
11. Kombele B.M., 1999. Etat des lieux en République Démocratique du Congo et dans le secteur de Yangambi. Gembloux: monographie, 87p.
12. Kombele B.M., Litucha B.M. & Mambani B., 1992. Perspective d'utilisation des termitières dans l'amélioration de la fertilité des sols tropicaux: cas d'une expérimentation en pots de végétation à Yangambi. Bruxelles: Tropicultura, 10 (2), 51-54.
13. Kombele B.M. & Ngama B., 1995. Utilisation des sols de termitières et de la paille sèche d'arachide comme fertilisants en cultures maraîchères à Yangambi. Montrouge: Cahiers Agricultures, 4, p. 125-128.
14. Rohmoser K. & Wermeke M., 1986. Manuel sur les essais au champ dans le cadre de la coopération technique. Eschborn: publications CTA & GTZ, N° 187, 324p.
15. Ségalen P., 1995. Les sols ferrallitiques et leur répartition géographique - Les sols ferrallitiques en Afrique et en Extrême-Orient, Australie et Océanie: conclusions générales. Paris: publications ORSTOM, tome 3, 201p.
16. Sys K., Van Wambeke A., Frankart R., Gilson P., Pérot A., Berce J.-M. & Jamagne M. 1961. La cartographie des sols au Congo: ses principes et ses méthodes. Bruxelles: publications I.N.E.A.C., série scientifique N° 66, 141p.
17. Vandemput R., 1981. Les principales cultures en Afrique centrale. Tournai: publications D.G.A., Editions Lesaffre, hors série, p. 228-259.
18. Van Wambeke A., Gilson P. & Jongen P., 1954-57. Cartes des sols du Congo belge et du Rwanda-Urundi. Bruxelles: publications I.N.E.A.C., A planchettes 1, 2, 3 et 4.
19. Van Wambeke A., 1995. Les sols des tropiques: propriétés et appréciations (version française). Huy: publications CTA & Huy Trop asbl, 335p.

F. Kombele, Congolais, Ir. Ag. en Sciences du sol.

Caractérisation du marché des escargots géants africains (achatines) dans les départements de l'Atlantique et du Littoral au Sud-Bénin

E. Sodjinou (*), G. Biaou (**) & J.-C. Codjia (***)

Keywords: African giant snail – Processing – Supply- Demand – Use – Taboo/Forbids – Benin

Résumé

L'objectif de cet article est de caractériser les différentes formes d'utilisation et de transformation des achatines, d'estimer leur offre puis d'analyser les appréciations que font les consommateurs de la viande d'achatine. Des résultats de l'étude, il ressort que les formes de consommation les plus fréquentes sont: frite, fumée, beurrée et court-bouillonnée. L'offre nationale d'achatine est déterminée par plusieurs facteurs dont les rythmes de pluies, la concentration géographique des cueilleurs et les facteurs socio-économiques tels que les coûts d'opportunité pour le cueilleur. L'offre de viande d'achatine est estimée à environ 62,5 tonnes par an à Cotonou. Cette offre est complétée par celle des escargots Helicidae importés surtout de la France. Enfin, l'achatine est un animal dont la viande est très prisée par toutes les catégories sociales, aussi bien en campagnes qu'en milieu urbain, au même titre que l'aulacode et le poulet. Mais cette viande est beaucoup plus consommée par les riches comparativement aux couches les plus pauvres de la population.

Summary

Characterisation of African Giant Snails Market in Atlantique and Littoral Regions in South-Benin

The African giant snail is an animal which's meat is very appreciated by all social categories, in countryside as well as urban surroundings, at the same title the grass-cutter and the chicken. But this meat is a lot more consumed by the rich compared to the poorest layers. The most frequent consumption shapes are: fried, smoked, buttered and short-bubbled. The national supply of African giant snails is determined by several factors of which rhythms of rains, geographical concentration of gatherers and socio-economic factors like costs of opportunity for the gatherer. The supply of African giant snails' meat is believed to be about 62.5 tons per year, at Cotonou. This supply is complemented by imports of European (Helicidae) snail meat from France.

Introduction

Il est indéniable de nos jours que, dans les pays en développement, les ressources alimentaires non conventionnelles (les espèces animales et végétales qu'on trouve à l'état naturel et qui sont consommées par l'homme ou les animaux (2)) jouent un rôle assez substantiel dans l'alimentation des populations. Au nombre de ces ressources, on retrouve, notamment des champignons, du sésame, des cricétomes, les aulacodes, des tortues, des insectes, des escargots géants africains (ou achatines), ...

La chair des escargots géants africains est très appréciée par de nombreuses populations africaines (7); elle contient un taux de protéines compris entre 37 et 51% de la matière sèche (3) et représenterait la «viande de brousse» la plus prisée et la plus consommée en Côte-d'Ivoire, après l'aulacode, avec près de 17.000 tonnes par an (5). Au Bénin, leur consommation était estimée à 300 tonnes par an en 1989 (4).

L'objectif de cet article est de caractériser les différentes formes d'utilisation et de transformation des achatines, d'estimer leur offre puis d'analyser les appréciations que font les consommateurs de la viande d'achatine.

Méthodologie

1. Echantillonnage

L'étude a porté sur trois grands centres de consommation d'achatines: Cotonou (dans le département du Littoral), et Houégbo et Allada (dans le département de l'Atlantique). Elle a duré 3 mois (juillet-septembre 1999).

L'échantillon est constitué par toutes les négociantes de Dantokpa (le plus grand marché du Bénin; 10 au total), toutes les transformatrices de Houégbo (2 au total) et d'Allada (8 au total), de 18 supermarchés et de 80 consommateurs. Ces derniers ont été choisis par la méthode d'échantillonnage dit accidentel. Pour

(*) B.P. 154 Ab-Calavi (Rép. Bénin); e-mail: esodjinou@avu.org.

(**) Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (Rép. Bénin); 01BP526 DESAC/FSA/UNB.

(***) Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (Rép. Bénin); 01BP526 DAGE/FSA/UAC.

Reçu le 14.01.02. et accepté pour publication le 15.04.02.

ce faire, une heure a été tirée au hasard entre 8 heures et 20 heures; ensuite, pendant 20 jours et à cette heure, 4 personnes venues acheter des achatines pour la consommation sont interviewées successivement.

2. Collecte et analyse des données

Les données ont été collectées par des questionnaires structurés adressés aux différents acteurs faisant partie de l'échantillon; un type de questionnaire a été conçu pour chaque catégorie d'acteurs.

La statistique descriptive a surtout été utilisée par l'analyse des données. Elle a consisté en des calculs de moyennes, de fréquences, de pourcentages et de scores. Ces calculs ont été effectués avec le logiciel Excel.

3. Estimation de l'offre des achatines

Les négociantes de Cotonou représentent les intermédiaires stratégiques entre les marchés ruraux (zones de cueillette) et les consommateurs de Cotonou; elles contrôlent l'essentiel des achatines consommées dans cette ville. Ainsi, afin d'estimer la quantité d'achatines offerte spécialement dans la ville de Cotonou nous avons procédé par des interviews. Le principe consiste à amener progressivement les négociantes à pouvoir déterminer, à partir de leur rythme d'achat ou de vente, leur capacité d'approvisionnement.

Cette méthode a permis d'évaluer la quantité hebdomadaire d'achatines offertes par saison par ces vendeuses. L'offre hebdomadaire, à Cotonou, est obtenue en multipliant la capacité hebdomadaire par le nombre de négociantes. L'offre saisonnière, quant à elle, est obtenue en multipliant la capacité hebdomadaire par le nombre de semaines dans la saison considérée. Les quantités obtenues par cette méthode revêtent cependant quelques insuffisances:

- l'unité de mesure qui est la «quarantaine», ne contient pas souvent des achatines homogènes en taille et en poids;
- la durée de chaque saison qui n'est pas souvent identique d'une année à l'autre;
- les extrapolations sont faites sur la base d'une offre régulière suivant chaque saison, ce qui n'est pas toujours vrai;
- les offres pour la petite saison sèche et la petite saison pluvieuse (période coïncidant avec la période de recherche) ont été obtenues sans difficultés. Pour les deux autres saisons (grande saison sèche et grande saison pluvieuse), il a fallu s'en tenir à la mémoire des vendeuses.

Résultats et discussions

1. Diverses utilisations des achatines: entre mythe et réalité

1.1. Utilisation des achatines dans l'alimentation humaine

1.1.1 Parties consommées de l'achatine et fréquence de consommation

Les consommateurs interviewés peuvent être décomposés en deux groupes suivant les organes mangés

dans l'achatine. En effet 57,5% des consommateurs interrogés mangent seulement le céphalopode, c'est-à-dire la tête et le pied des achatines. Par contre 42,5% des consommateurs enquêtés mangent le «céphalopode + les viscères». Il apparaît ainsi que 57,5% des consommateurs rejettent la masse viscérale comprenant le foie, les glandes génitales, le rein et la partie moyenne de l'intestin. Les raisons de ce rejet sont diverses. Certains avancent que les viscères seraient un véritable véhicule de certaines maladies notamment la tuberculose. D'autres pensent que les viscères seraient contaminés par les excréments ou encore par le reste du bol intestinal, ce qui est faux étant donné que les éventuels résidus de nourriture sont contenus surtout dans l'estomac et dans le rectum, la partie que tout le monde consomme déjà (7). Ainsi, pour éviter ces résidus alimentaires, il est conseillé de soumettre les escargots à un jeûne d'au moins une semaine avant leur préparation.

En ce qui concerne la fréquence de consommation des achatines, la décomposition de la demande révèle que 45% des clients achètent et/ou consomment des achatines au moins une fois par semaine, 25% les consomment une fois par mois, 20% les consomment rarement alors que 7,5% le font tous les jours. Les restaurateurs quant à eux les achètent au moins 10 fois par mois.

1.1.2 Appréciation de la viande d'achatine par rapport aux autres viandes

La viande d'achatine est particulièrement appréciée par les consommateurs pour diverses raisons. Le tableau 1 montre les différentes classifications faites par les consommateurs. Les critères de choix sont de divers ordres: nutritif (52,5% des cas), saveur (20% des cas), sanitaire (12,5% des cas), tendresse (10% des cas) ou coutumier (5% des cas).

Les résultats du tableau 1 montrent clairement que dans la comparaison des six viandes les plus consommées au Sud-Bénin, l'achatine occupe la première place (score= 4,90) devant l'aulacode (score= 4,60), le poulet (4,425), l'ovin ou le caprin (3,20), le bœuf (2,075) et le porc (1,80). Mais si l'on prend en compte le biais (notamment le classement parfois fantaisiste de l'enquêté) dans la sélection des consommateurs, on pourrait, toutefois dire que l'appréciation pour la viande d'achatine, l'aulacode et le poulet serait similaire mais la crainte de contracter une maladie comme la goutte disqualifierait quelque peu l'aulacode, une viande rouge.

1.1.3 Facteurs influençant la consommation des achatines

La consommation des achatines est influencée par plusieurs facteurs. Ainsi, chez les consommateurs enquêtés, les contraintes liées à la transformation déterminent leur niveau de consommation. Une forte majorité de ceux-ci (87,5%) ont évoqué le décoquillage et/ou le nettoyage comme le (ou les) élément(s) le(s) plus contraignant(s) dans la préparation des achatines. Ces consommateurs se sont d'ailleurs montrés favorables à la mise à leur disposition d'escargots géants précuits ou court-bouillonnés. Ils ont à

Tableau 1
Classification des six types de viandes selon la préférence des consommateurs enquêtés (% des réponses)

Viandes	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4	Rang 5	Rang 6	score*
Achatines	32,5	40	17,5	5	5	0	4,90
Aulacodes	30	27,5	20	17,5	5	0	4,60
Poulet	32,5	17,5	22,5	17,5	7,5	2,5	4,425
Bœuf	0	2,5	7,5	20	35	35	2,075
Porc	0	0	7,5	10	37,5	45	1,80
Mouton/chèvre	5	12,5	25	30	10	17,5	3,20

* Le score de la viande i est calculé de la manière suivante:

$$score_i = \frac{\sum_j a_j p_{ij}}{\sum_j p_{ij}}, \text{ avec}$$

score _{i} : score de la viande i

p_{ij} : pourcentage de consommateurs ayant attribué le rang j à la viande i ;

a_j : est tel que $a_1= 6$, $a_2= 5$, $a_3= 4$, $a_4= 3$, $a_5= 2$, $a_6= 1$

j : rang (varie de 1 à 6)

cet effet, souhaité que des échantillons de ces escargots pré-cuits soient déposés chez les femmes négociantes et vendeuses ambulantes.

D'autres facteurs militent aussi en défaveur de l'accroissement de la demande en achatines. Il s'agit des croyances religieuses, des interdits et des tabous. Ainsi, sur le plan religieux, les escargots géants africains ne sont pas consommés par les chrétiens de l'église «Adventiste du 7^e jour» pour la simple raison qu'ils sont des animaux rampants, et donc impurs et non consommables par référence au chapitre 11 du livre Lévitique dans la Sainte Bible. D'autre part, l'escargot géant africain n'est pas consommé par toutes les ethnies, notamment les "Tori" (groupe ethnique du Sud-Bénin). Selon ce groupe ethnique, une consommation de la viande d'achatine engendrerait à leurs membres une maladie appelée localement "Sounfin" et qui se manifesterait par l'apparition de taches blanches sur la peau et des démangeaisons.

1.2. Utilisation des achatines dans l'alimentation animale

En alimentation animale, l'utilisation des escargots géants est encore peu pratiquée dans les départements de l'Atlantique et du Littoral et se réduit à l'utilisation des coquilles dans l'alimentation des poules pondeuses. Toutefois et selon nos observations, les monogastriques tels que la volaille et les porcs élevés en divagation consomment souvent les escargots qu'ils rencontrent dans la nature, couvrant ainsi une bonne partie de leurs besoins en protéines animales et en acides aminés.

D'un autre côté, les efforts du CREDAC (Centre de Recherche et de Diffusion des Achatines) dans la fabrication de poudre d'achatines sont à encourager.

En effet, ce centre a mis au point diverses farines d'achatines, notamment la farine de coquille d'achatines au prix de 500 Fcfa le kilogramme. Il s'agit peut-être d'une voie à retenir puisque la production de farines similaires permettrait de valoriser les parties non consommées (farine de tortillon, farine de visières, ...).

1.3. Utilisation des achatines dans la pharmacopée

Diverses parties des achatines sont utilisées dans la pharmacopée pour la guérison de certaines maladies. C'est le cas, en effet, du liquide contenu dans la coquille d'achatines, après extraction de la chair, qui serait utilisé pour la cicatrisation des blessures fraîches et l'arrêt des hémorragies. Il en serait de même pour la coquille calcinée et mise en poudre. Le mucus, quant à lui, entrerait dans la réalisation de certaines potions qui serviraient au traitement du tétanos et surtout des morsures de serpent.

L'escargot entier entrerait aussi dans certaines potions qui serviraient d'une part à dénouer certaines grossesses compliquées et d'autre part à guérir l'épilepsie. Cette version contredit celle selon laquelle l'escargot ne devrait pas être consommé par la femme enceinte ou encore l'affirmation selon laquelle l'escargot causerait l'épilepsie (6). On pourrait dès lors dire que ce sont, en réalité, ceux qui maîtrisent le mieux les vertus des achatines qui interdisent sa consommation juste pour l'utiliser au moment opportun et en faire ainsi une chasse gardée. Cela dit, tout ceci donne le champ ouvert à des recherches interdisciplinaires sur les escargots géants africains.

2. Transformation des achatines

Les différents processus de transformation des achatines et les divers produits obtenus sont représentés

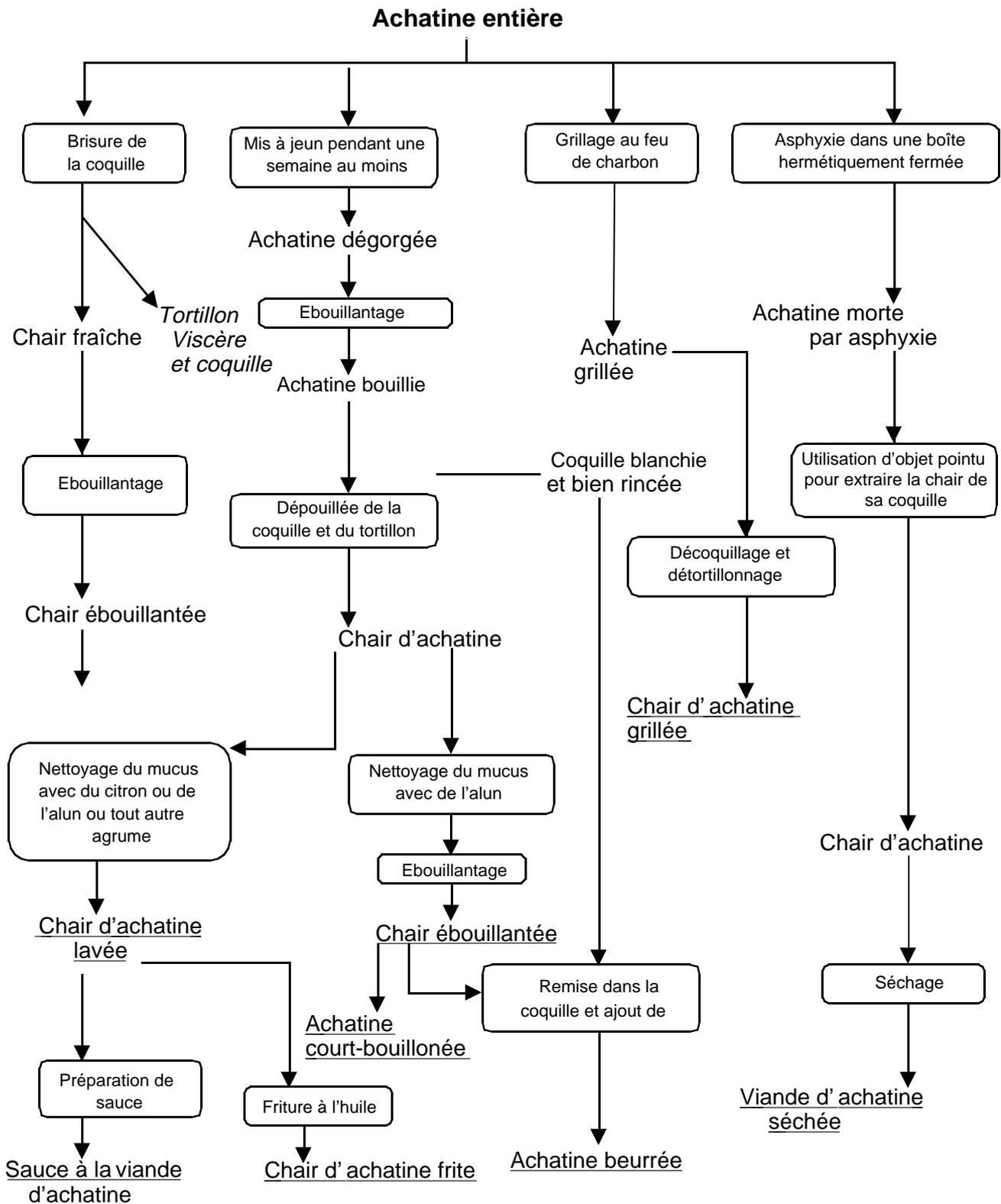


Schéma 1. Processus de transformation des achatines et les divers produits obtenus

N.B. Les produits finis ou consommables sont soulignés d'un trait

au schéma 1 dont il se dégage que les différents types de produits obtenus sont issus de processus différents.

2.1. Viande d'achatine frite et sauce à la viande d'achatine

Pour l'obtention d'achatine frite et de sauce d'achatine, l'animal subit d'abord un décoquillage. Ce décoquillage se fait soit par brisure de la coquille, soit après que l'animal soit passé à l'eau chaude. La chair (avec ou sans viscère) d'achatine obtenue est nettoyée à l'aide de citron (ou tout autre agrume) ou encore avec de l'alun, d'autres encore le font avec du gari. Ce nettoyage du mucus est souvent précédé d'un ébouillantage lorsque le décoquillage est fait par brisure de la coquille. La chair d'achatine lavée, obtenue à partir de ces processus, est consommée comme telle ou utilisée pour la préparation de sauce à viande d'achatine. Mais, dans la plupart des cas, cette chair est d'abord frite. Chez les vendeuses ambulantes et restauratrices des gargotes et bars/restaurants, cette viande frite est servie avec de la friture ou avec du piment et de l'oignon haché.

2.2. Viande d'achatine grillée

Pour l'obtention de la viande d'achatine grillée, le mollusque est passé en entier au feu de charbon. La chair obtenue est alors grillée (salée au besoin) au feu pendant quelques minutes, après que l'animal ait été dépouillé de sa coquille et du tortillon. Cette forme de consommation des achatines est observée surtout chez les Nagots et les Gouns (deux grands groupes ethniques du Sud-Bénin) qui la consomment souvent accompagnée de manioc grillé ou bouilli.

2.3. Viande d'achatine séchée

Pour l'obtention de la viande d'achatine séchée, l'escargot subit d'abord une asphyxie dans une boîte hermétiquement fermée. Il est ensuite extrait de sa coquille à l'aide d'un objet pointu puis détortillonné avant d'être nettoyé au citron et mis au séchoir. Le décoquillage peut aussi être fait par ébouillantage. La durée de séchage est fonction du type de séchoir utilisé et de la taille des achatines mises au séchage.

2.4. Viande d'achatine beurrée

Le processus d'obtention des achatines beurrées est beaucoup plus compliqué. En fait, cette complication réside dans la propreté que le Centre International d'Eco-développement Intégré (principal promoteur de la viande d'achatine beurrée au Bénin) a décidé d'imprimer particulièrement à ce produit afin de gagner la confiance des consommateurs expatriés, déjà habitués aux escargots européens.

Ainsi, après un jeûne d'une semaine au moins, on fait le triage des achatines. Les achatines retenues sont alors jetées dans l'eau bouillante pendant dix minutes environ puis dépouillées de leur coquille, du tortillon et d'autres déchets pouvant se réfugier dans le tube digestif de l'animal. Les chairs qui en résultent sont nettoyées à l'aide d'alun et rincées à l'eau propre puis cuites dans un bouillon bien aromatisé pendant une heure. Les viandes obtenues sont replacées dans leur coquille préalablement blanchie avec de la soude puis rincée à l'eau chaude. Les achatines remises dans leur coquille sont alors accompagnées du beurre préparé (400 g de beurre pour 200 escargots pesant environ 30 g chacun, additionné de sel, poivre, persil, ail et oignon hachés).

2.5. Viande d'achatine court-bouillonnée

La fabrication d'achatine précuite ou court bouillonnée se déroule suivant le même processus que celui de la viande d'achatine beurrée, mais ici le processus s'arrête au niveau de l'ébouillantage. Il n'y a donc ni remise dans la coquille ni addition de beurre.

3. L'offre d'achatines et ses déterminants

3.1. Offre totale en achatine à Cotonou

Le tableau 2 montre qu'environ 62,5 tonnes d'achatine viande sont livrées chaque année sur le marché de Cotonou, ce qui correspond à environ 216 tonnes d'achatine coquille, soit près de 903.400 achatines vivantes déversées par an sur Cotonou.

Si on compare cette offre à celle estimée par Adda (1) qui est de 3,5 tonnes par mois soit près de 42 tonnes par an, on constate une augmentation d'environ 16%

Tableau 2
Offre totale d'achatines à Cotonou

Périodes	Grande saison sèche	Grande saison pluvieuse	Petite saison sèche	Petite saison pluvieuse	Total par an
Offre hebdomadaire (quarantaine)	102	595	415	594	
Offre hebdomadaire (en kg d'achatine coquille)	971,55	5.667,37	3.952,87	5.657,85	
Offre hebdomadaire (en kg d'achatine viande)	280,50	1.636,25	1.141,25	1.633,50	
Nombre de semaines par saison	14	17	8	13	52
Offre totale par saison (en kg d'achatine viande)	3.927,00	27.816,25	9.130,00	21.235,50	62.108,75

en 6 ans. Cette augmentation peut s'expliquer d'une part par l'exploration de nouvelles zones de cueillette, l'amélioration des voies de déserte rurale et l'accroissement du nombre de cueilleurs et de consommateurs et d'autre part par l'augmentation de la demande (6) et le recours à une autre méthode d'analyse.

3.2. Offre en escargots des supermarchés

Tous les supermarchés étudiés ne commercialisent pas des achatines, mais ils se sont manifestés en faveur d'un essai à condition que la qualité leur soit garantie.

Cependant, sur les 18 supermarchés parcourus, 5 commercialisent des escargots européens. Les espèces offertes sont celles de la famille des Helicidae (famille proche mais distincte de celle des Achatinidae) et provenant pour l'essentiel de la France. Ce sont des produits prêts à consommer, à savoir: les escargots farcis (beurrés) et les escargots de bourgogne conditionnés en boîte ou surgelés. Ils sont d'ailleurs peu connus et peu appréciés des Béninois. Selon les responsables de ces supermarchés, la clientèle est constituée principalement des restaurants et une clientèle aisée africaine ou européenne. Les quantités d'escargots vendues mensuellement varieraient de 21 à 30 kg et ce de manière irrégulière.

3.3. Les déterminants de l'offre des achatines de cueillette

Actuellement, l'offre des achatines sinon les achatines consommées proviennent presque exclusivement de la cueillette. Les principaux déterminants de cette offre sont:

- les facteurs socio-économiques notamment les coûts d'opportunité de la cueillette, la situation socio-économique des cueilleurs, les autres activités;
- le rythme (sinon la fréquence) des pluies. En effet, durant la saison pluvieuse (période favorable pour

l'activité des achatines), l'offre est élevée. Par contre pendant la saison sèche l'achatine mène une vie ralentie constituée par l'hibernation, s'enfouit dans le sol ou sous les feuilles mortes et s'isole du monde extérieur. Cela rend sa cueillette difficile et par conséquent se traduit par une baisse de l'offre sur le marché. Il convient de noter que la variation saisonnière de l'offre des achatines de cueillette constitue une opportunité pour la vente des achatines d'élevage. Car de sa dimension dépend largement la différenciation saisonnière des prix et par conséquent, de la marge de manœuvre que les achaticulteurs pourraient utiliser pour mieux rentabiliser leur production;

- les facteurs naturels tels que le vent, le froid et les rayons solaires sont aussi déterminants dans la disponibilité des achatines.

Conclusion

L'achatine a toujours été très importante pour l'homme à qui elle fournit de la chair très savoureuse. Riche en protéines et en éléments minéraux, la viande d'achatine est bien appréciée par toutes les catégories sociales (riches comme pauvres, ruraux comme citadins) surtout pour sa saveur, sa valeur nutritive et sa tendreté. Son intervention en pharmacopée fait d'elle une viande exceptionnelle parmi les ressources alimentaires animales non conventionnelles. L'augmentation de la consommation de l'achatine dans la ville de Cotonou est un indicateur de l'intérêt de plus en plus croissant que les citadins accordent à cette viande avec pour conséquence, une augmentation de la ponction sur les achatines de la nature, et donc une menace sur la diversité biologique. Il apparaît ainsi indispensable de rechercher et de vulgariser les méthodes simples d'élevage des achatines afin de limiter la pression humaine sur les escargots sauvages.

Références bibliographiques

1. Adda Y.L., 1993. Rapport du consultant en commercialisation. Programme de coopération technique TCP/BEN/2252 (T) «Formation d'héliciculteurs», FAO Rome, 25p + annexes.
2. CBDD, 1999. Bulletin d'informations n° 002 Janvier-Février 1999, Cotonou, 18p.
3. Hardouin J. & Stiévenart C., 1991. Le mini-élevage dans les pays tropicaux., CTA, Wageningen, 40p.
4. Heymans J. C. & Codjia J. T. C., 1989. Elevage du gibier et la protection de l'environnement. Nature et Faune, 5(3), 17-25
5. O'Dji, 1998. La "gastéropoudre" d'escargot enrichit les sauces. SYFIA: Bulletin de presse. Décembre 1998.
6. Sodjinou E., 2000. Analyse économique des filières des Ressources Alimentaires Non Conventionnelles au Bénin: cas de la filière des escargots géants africains dans les départements de l'Atlantique et du Littoral. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, Ab-Calavi. 181p.
7. Zongo D., 1995. Les escargots géants africains. Conférence prononcée à l'institut de géographie tropicale d'Abidjan dans le cadre du module de formation "Valorisation des produits du cuit et développement auto centré". ENSA-Côte-d'Ivoire, Abidjan, 15p.

E. Sodjinou, Béninois, Ingénieur Agro-économiste, Assistant de Recherche, B.P. 154 Ab-Calavi (Rép. Bénin); e-mail: esodjinou@avu.org.

G. Biaou, Béninois, Docteur d'Etat en économie rurale, Professeur à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (Rép. Bénin); 01BP526 DESAC/FSA/UNB.

J.-C. Codjia, Béninois, Docteur en écologie animale, Professeur à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (Rép. Bénin); 01BP526 DAGE/FSA/UAC.

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTAS

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

Inventaire des espèces végétales mises en culture dans les parcelles en milieu urbain. Cas de la commune de Limete - Kinshasa - R. D. Congo

E. Makumbelo*, L. Lukoki**, J. Sj. Paulus** & N. Luyindula ***

Keywords: Vegetable – Fruit tree – Habitation plot- Urban agriculture – Kinshasa

Résumé

Une enquête réalisée au niveau de 201 parcelles de la commune de Limete a permis d'inventorier 19 espèces de légumes cultivés et 764 pieds de 18 espèces de plantes fruitières, plantées ou entretenues dans cette zone. Mangifera indica est l'espèce d'arbre la plus plantée et Ipomoea batatas est l'espèce de légume la plus fréquemment cultivée. Promue et encadrée, cette agriculture urbaine peut façonner la physionomie des écosystèmes de la ville avec une végétation capable d'épurer l'air, de réguler le climat, de restaurer la fertilité du sol et de fournir aux ménages légumes et fruits.

Summary

Inventory of Vegetal Species Cultivated in Plots Gardens in Urban Environment. Instance of Limete Commune- Kinshasa- Democratic Republic of Congo

A survey carried out in 201 plots of the "commune" of Limete permitted to inventariate nineteen species of cultivated vegetables and 764 plants of 18 fruit-tree species planted or kept in this area. Mangifera indica is the most planted tree species and Ipomoea batatas is the most frequently cultivated vegetable species. Promoted and supported, this urban agriculture can modify the town ecosystem characteristics with a vegetation able to purify the air, to regulate the climate, to restore soil fertility and to provide vegetables and fruits to the population.

Introduction

Parler de "la plante en ville" dans d'autres contrées fait penser surtout aux espaces verts et à la floriculture. A Kinshasa, la plante en ville se réfère plus aux jardins, aux vergers et à l'agriculture urbaine (9, 14, 18). Cette agriculture contribue à l'amélioration des conditions de vie de la ville et à la sécurité alimentaire de la population (1, 2, 16, 17, 21). Le sol de Kinshasa est chimiquement pauvre et très acide. Avec une saison sèche bien marquée, son climat est, selon le système de Köppen, du type AW₄ (11). Les précipitations, généralement abondantes durant la saison des pluies, emportent l'essentiel des éléments biogènes indispensables à la vie de la plante dans la couche éluviale (4, 10). Avant l'urbanisation, la végétation de Kinshasa était dominée par les arbustes (10). Actuellement, on les trouve dans les vallées, les espaces verts (parcs de la Révolution et du Mont Ngaliema), le long des routes et dans les jardins (19). Cette végétation épure l'air, régule le climat, crée la physionomie des écosys-

tèmes et améliore la fertilité des sols urbains, en même temps qu'elle fournit aux ménages des légumes et des fruits. Une partie de cette végétation a déjà fait l'objet d'un certain nombre d'études (9, 14, 18, 19). Cependant, les espèces végétales mises en culture dans les parcelles d'habitation sont peu étudiées. Le présent travail tente d'inventorier les espèces cultivées dans les parcelles de Limete, leurs usages et leurs spécificités culturelles.

Matériel et méthodes

La base socio-démographique de cette enquête est le recensement scientifique de la population de 1984 (8). Pour l'I.N.S., la parcelle est définie comme une portion de terrain lotie, limitée, construite et habitée au moment de l'enquête (7). Les résultats antérieurs complétés par l'identification des rues et des numéros des parcelles ont permis de constituer en 1995 un

* Université de Kinshasa. Projet Biofertilisants- Amont JEEP- B.P. 114 Kinshasa XI, R. D. Congo

** Université de Kinshasa. Faculté des Sciences - B.P. 190 Kinshasa XI, R. D. Congo

*** Université de Kinshasa. Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa. Division des sciences de la vie - B.P. 868 Kinshasa XI, R. D. Congo

relevé de 18475 parcelles pour cette commune implantée là où était l'ancien village Limete (20). Les parties homogènes de différents quartiers ont été regroupés en 9 strates suivant l'ancienneté et le standing du quartier comme le montrent le tableau 1 et la figure 1.

La fraction de sondage (1/80), comme pour l'enquête budgets ménagers (7) a permis le tirage au sort de 230 parcelles, soit 1,25% des parcelles de chaque strate de la commune. Ces parcelles ont constitué l'échantillon autopondéré repris au tableau 2.

Tableau 1
Les critères de la stratification

Standing	Ancienneté	Très ancien: De la création de la ville à 1973	Moyennement ancien: De 1974 à 1976 (découpage administratif)	Récent: De 1977 à nos jours
Haut Plus de 1/2 des parcelles, des ménages, de maisons remplissent les critères définis		I	IV	VII
Moyen Environ 1/2 des parcelles, des ménages, de maisons remplissent les critères définis		II	V	VIII
Bas Très peu de parcelles, des ménages, de maisons remplissent les critères définis		III	VI	IX

N.B.: La strate VIII n'est représentée dans aucun quartier de Limete.

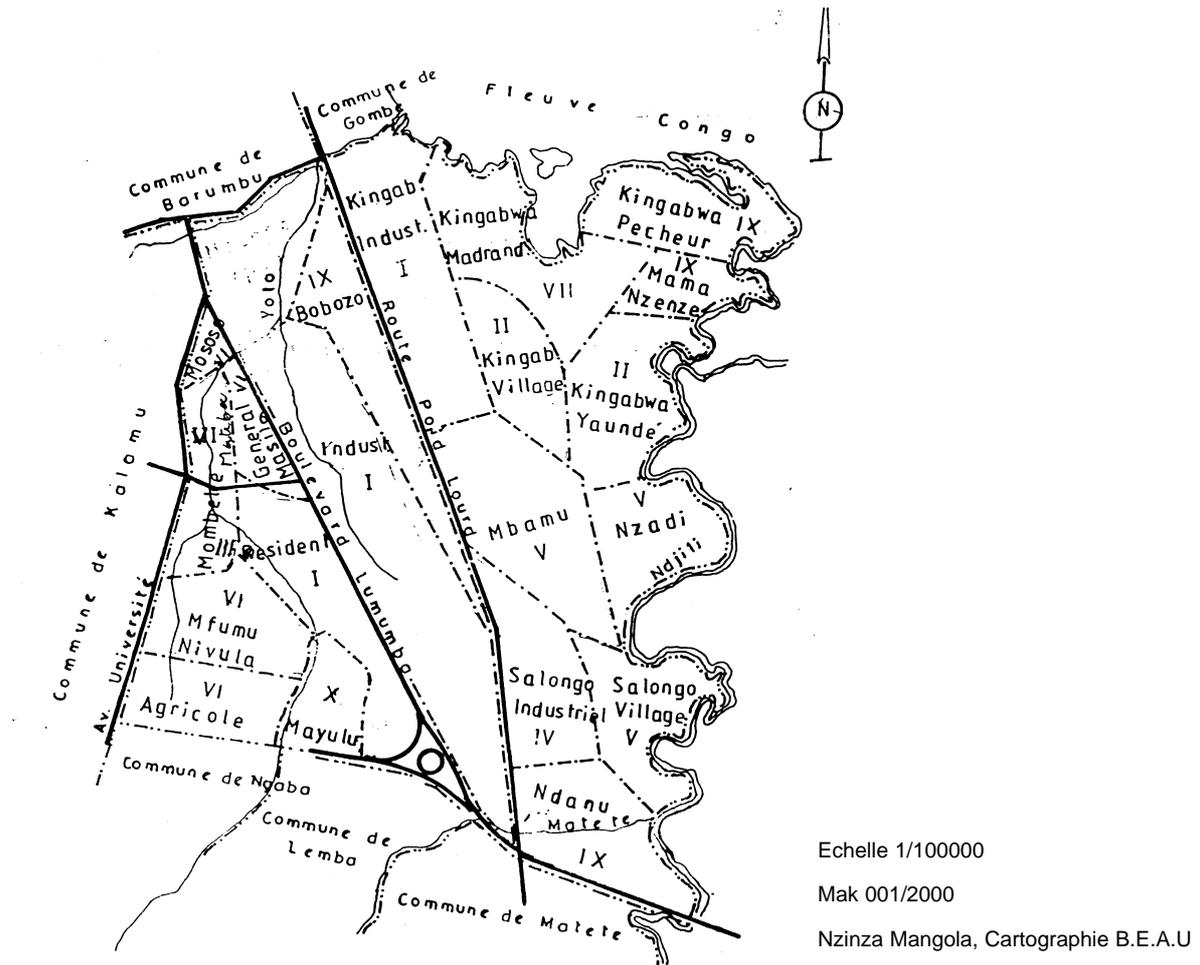


Figure 1: Commune de Limete: Stratification de la commune

Tableau 2
Echantillon tiré

Strates	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Total
Parcelles de la commune	2274	1000	883	160	4267	5529	583	-	339	18475
Parcelles tirées au sort	28	13	11	2	53	69	7	-	47	230
Parcelles enquêtées	17	12	8	2	53	63	7	-	39	201

Pour différentes raisons, vingt-neuf d'entre elles n'ont pas accueilli l'enquêteur. Le passage à domicile a permis l'inventaire systématique des espèces fruitières dont les arbres sont assez avancés en âge et de compter celles dont les pieds sont entrés en production. L'échantillon étudié représentait finalement 1,09% de la base de sondage. Les légumes mis en culture ont été inventoriés à travers les jardins de ces parcelles. L'espèce est l'unité fondamentale de ce système. Dans le présent travail, le légume est tout végétal herbacé annuel, bisannuel ou vivace dont une des parties se consomme sans subir une transformation industrielle. Les arbres fruitiers sont des espèces végétales d'une certaine taille qui produisent des fruits comestibles. *Passiflora edulis* a été assimilé à une plante ligneuse. Un questionnaire a permis de collec-

ter les opinions de ceux qui cultivent ces végétaux et de déterminer leurs usages. L'observation pendant et après l'enquête a permis de corrélérer la présence de certaines espèces avec l'origine des propriétaires.

Résultats

Les légumes

– Les espèces les plus fréquemment rencontrées

Le tableau 3 montre que *Ipomoea batatas* est l'espèce de légume la plus cultivée. On la trouve dans 73 des 201 parcelles enquêtées. Elle est suivie de *Manihot glaziovii* et de *Psophocarpus scandens* qui ont été observées respectivement dans 68 et 22 jardins.

Tableau 3
Les espèces de légumes rencontrées

Nom en langue locale	Nom en français	Nom scientifique	Famille botanique	Fréquence d'observation
Matembele	Feuille de patate douce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Convolvulaceae	73
Pondu kautsu	Feuille de faux manioc	<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	68
Kikalakasa	Pois carré africain	<i>Psophocarpus scandens</i> (Endl.) Verdc.	Fabaceae	22
Biteku tekou	Amarante	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae	20
Ngai-ngai	Oseille commune	<i>Hibiscus acetosella</i> Welw. Ex Hiern	Malvaceae	7
Chu	Chou de Chine	<i>Brassica oleracea</i> var <i>sinensis</i>	Brassicaceae	5
Pointe noir	Pointe noir	<i>Brassica pekinensis</i> Lour.	Brassicaceae	3
Tomate	Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i>	Solanaceae	3
Dongo dongo	Gombo	<i>Hibiscus esculentum</i> (L.) Moench	Malvaceae	2
Madesu	Haricot	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabaceae	2
Bilolo	Morelle	<i>Solanum aethiopicum</i> L.	Solanaceae	1
Epinar	Epinar indien	<i>Basella alba</i> L.	Basellaceae	1
Katapa	–	<i>Justicia striata</i> sub sp <i>insularis</i> (T. Anders) J.K. Morton	Acanthaceae	1
Milembwa	Grand pourpier, Epinar sauvage	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Wiild	Portulacaceae	1
Minkika, Tidi	–	<i>Phytolacca dodecandra</i> L'Herit	Phytolacceae	1
Mutambwa	–	<i>Crassocephalum sarcobasis</i> (Boj.) S. Moore	Asteraceae	1
Nkoko (assimilé aux légumes)	–	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Poaceae	1
Soya	Soja	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	Fabaceae	1

N.B.: On a trouvé dans une parcelle hors échantillon du *Manihot esculenta* Crantz cultivé pour ses tubercules et pour ses feuilles (pondu). Cela constitue la 16^e espèce de légume rencontrée.

– Les espèces en voie de valorisation

Crassocephalum sarcobasis, *Justicia striata* subsp *insularis*, *Talinum triangulare*, qui poussaient jadis à l'état sauvage, commencent à être mis en culture autour des maisons de ceux qui les consomment (tableau 3). *Phytolacca dodecandra*, jadis trouvé dans le milieu coutumier (19), progresse plus lentement. Le succès de *Psophocarpus scandens* auprès des populations de la zone peut s'expliquer par la vulgarisation dont il fait l'objet de la part de quelques ONG locales (17).

Les arbres et lianes fruitiers

– Le nombre des pieds et les espèces d'arbres plantés

Les tableaux 4 et 5 révèlent que l'on trouve au total 764 pieds de 18 espèces d'arbres dans les parcelles enquêtées.

Ces chiffres, extrapolés à l'ensemble des parcelles de la commune, permettent d'estimer le nombre total d'arbres à environ 70000 pieds. Les 2/3 des pieds inventoriés dans ces parcelles produisent déjà. Le reste n'est pas encore arrivé à maturité. Pour *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Carica papaya* et *Elaeis guineensis* seulement respectivement 125; 87; 59 et 59 pieds sont déjà entrés en production.

Tableau 4
Espèces fruitières rencontrées

Nom en langue locale	Nom en français	Nom scientifique	Famille botanique	Nombre des pieds à l'âge de production	Nombre total des pieds rencontrés
Manga	Manguier	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	125	184
Avoka	Avocatier	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	87	99
Mbila	Palmier à huile	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Palmae	59	91
Payi payi	Papayer	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	59	111
Bitabe	Bananier	<i>Musa parasidiaca</i> L.	Musaceae	37	100
Nsafu	Safoutier	<i>Dacryodes edulis</i> (G. Don) H.J. Lam	Burseraceae	30	31
Mundenge	Cœur de bœuf	<i>Annona reticulata</i> L.	Annonaceae	21	22
Sitro	Citronnier	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm f.	Rutaceae	19	32
Pom	Pommier	<i>Eugenia malaccensis</i> L.	Myrtaceae	19	22
Madarine	Mandarinier	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae	15	18
Madamé	Badamier	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	12	17
Koko	Cocotier	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	11	12
Kofitur	Prunier de Madagascar	<i>Flacourtia ramontchi</i> L'Hér.	Flacourtiaceae	7	7
Goyave	Goyavier	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	5	9
Nzete ya santu Petelo	Arbre à pain	<i>Artocarpus incisa</i> Lf	Moraceae	5	6
Kakao	Cacaoyer	<i>Theobroma cacao</i> L.	Sterculiaceae	1	1
Makemba	Bananier	<i>Musa sapientum</i> L.	Musaceae	–	1
Marakuja (assimilé aux arbres fruitiers)	Fruit de la passion	<i>Passiflora edulis</i> var. <i>flavicarpa</i>	Passifloraceae	1	1

Tableau 5
Nombre d'arbres plantés ou entretenus dans les parcelles

Nombre de parcelles		Nombre de pieds dans les parcelles					
Echantillonées dans les strates	Enquêtées dans les strates	Nombre des pieds inventoriés dans les parcelles enquêtées			Nombre des pieds extrapolés pour l'ensemble des parcelles de la commune		
		Nombre de pieds à l'âge de la production	Nombre des pieds jeunes	Nombre total des pieds	Nombre de pieds à l'âge de la production	Nombre des pieds jeunes	Nombre total des pieds
230 (1,25%)	201 (1,09%)	514	250	764	47156	22936	70092

– La couverture en arbres fruitiers

Le tableau 6 fait ressortir que 91% des parcelles enquêtées présentent au moins un pied d'arbre fruitier.

avec respectivement de 2,9; 3,4 et 3,5 arbres par parcelle en moyenne.

– Les opinions sur les usages des arbres fruitiers

Tableau 6
Nombre de pieds des 5 espèces les plus représentées et autre par strate

Strates	Nombre de parcelles échantillonnées	Nombre de parcelles enquêtées	Nombre de parcelles ayant au moins un arbre	Les 5 espèces les plus fréquentes					Autres	Total des pieds	Moyenne des pieds par parcelles
				Manguier	Papaye	Bananier	Avocatier	Palmier à huile			
I	28	17	15	16	11	1	13	11	19	71	4,17
II	13	12	12	10	3	7	11	5	47	53	4,41
III	11	8	8	9	9	11	8	2	11	50	6,20
IV	2	2	2	2	11	15	1	0	3	32	16,00
V	53	53	48	33	17	23	30	20	35	157	2,90
VI	69	63	57	65	29	26	23	25	57	225	3,50
VII	7	7	7	9	7	5	3	5	26	40	5,70
VIII	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
IX	47	39	34	40	24	13	10	23	26	136	3,40
Total (%)	230	201 (100)	183 (91)	184	111	101	99	91	178	764	3,80

Mangifera indica, *Carica papaya*, *Musa sp.*, *Persea americana* sont les espèces les plus plantées avec respectivement 184; 111; 101; 99 pieds inventoriés. Toutes les parcelles des strates I, II, III, IV et VII ont au moins un arbre. Celles des strates V, VI et IX sont les moins couvertes. Ce tableau montre aussi que les strates IV, III, VII, II et I sont celles qui sont, en ordre décroissant, les plus couvertes de pieds d'arbres fruitiers. Le nombre moyen d'arbres par parcelle et par strate est respectivement de 16,0; 6,2; 5,7; 4,4 à 4,1. Le nombre moyen d'arbres par parcelle enquêtée est de 3,8. Les strates V, IX et VI sont les moins couvertes

L'étude de la perception de l'utilité des arbres fruitiers chez ceux qui les cultivent montre que cette population plante premièrement pour la seule autoconsommation (36,6%). L'autoconsommation et l'ombrage dans la parcelle (21,2%) précèdent l'autoconsommation et la vente des fruits (19,3%).

– Liens existant entre la présence de certaines espèces et l'origine des planteurs

La présence de certaines espèces dans les parcelles est liée à des facteurs culturels concernant le propriétaire. C'est le cas de *Musa sapientum* et *Phytolacca dodecandra* que l'on retrouve chez les populations

riveraines (Lokele, Basakata...). *Artocarpus incisa* est cultivé par les anciens élèves des missionnaires, *Dacryodes edulis* chez les Bakongo, *Justicia striata* subsp. *insularis* chez les ressortissants du Kwilu Kwango. Ce légume est une espèce sauvage de cette aire phytogéographique (13). *Crassocephalum sarco-basis* est rencontrée chez les Kasaiens. *Psophocarpus scandens* est surtout présent dans les parcelles des anciens ressortissants des villages avoisinant les plantations de la société P.L.C. (Plantation Lever au Congo).

Discussion

Comme on peut le remarquer, les liliacées à bulbe, très appréciées par les ménagères, qui sont des plantes héliophiles (4) comme les autres légumes repris dans ce texte ne se rencontrent dans aucune parcelle. Les légumes les plus cultivés sont ceux qui n'exigent ni de pépinière ni de repiquage. C'est le cas de *Ipomoea batatas* et *Manihot glaziovii*. *Phytolacca dodecandra* et *Psophocarpus scandens* ont des teneurs en protéine dans les feuilles allant de 6% à 7% alors que chez *Justicia striata* subsp. *insularis* de culture récente, cette teneur atteint 4% (5, 13). Les parcelles de la ville de Kinshasa sont rendues verdoyantes par *Mangifera indica*, *Persea americana* et *Elaeis guineensis*. Ce qui corrobore les résultats des inventaires et études antérieurs (9, 14, 19). Paulus et al. (17) avaient trouvé que *Mangifera indica*, *Persea americana* et *Carica papaya* pour les arbres fruitiers, *Ipomoea batatas* pour les légumes étaient les espèces les plus abondantes dans 1875 parcelles de Kinshasa (17). La fréquence des pieds par strate est la conséquence à la fois du niveau de la nappe phréatique dans les différents quartiers, des habitudes alimentaires des propriétaires des parcelles héritées du passé et de l'ancienneté du quartier comme entité habitée. Garrec (6) affirme que c'est l'humidité et non la nappe phréatique elle-même, l'air, les éléments nutritifs, la matière organique, en juste proportion dans le sol, qui stimulent la bonne croissance des arbres. On sait par ailleurs que la distribution et le développement des végétaux sont tributaires du climat et des propriétés physiques du sol. Les arbres des quartiers Maman Nzenze, Ndanu et Kingabwa pêcheur souffrent de l'excès d'humidité due à la proxi-

mité de la nappe phréatique par rapport à la surface du sol. Il reste à savoir si l'excès d'eau ou le *Bacterium mangiferae* qui est à la base de la chute massive d'inflorescence des manguiers dans certains quartiers. Promue et protégée par les pouvoirs publics, soutenue par les différentes structures d'encadrement, l'agriculture urbaine peut remplir de multiples fonctions dans la ville, la plus importante est d'assurer de bonnes conditions nutritionnelles aux ménages (3, 21). Renforcée, cette végétation urbaine peut façonner la physionomie d'écosystèmes urbains capables de diminuer la pollution de l'air grâce à la capacité qu'ont leurs feuilles de collecter les poussières, les polluants atmosphériques gazeux, les composés organiques volatiles et les métaux lourds suspendus (6, 12, 19). En même temps, elle participe aussi au maintien des cycles biogéochimiques dans les écosystèmes urbains. La fertilité ainsi obtenue permet de réaliser de bons rendements en légumes et fruits. Les arbres tout en créant un microclimat particulier peuvent aussi servir d'abris pour les Congolais. Il est donc intéressant d'inventorier d'une façon exhaustive les espèces végétales rencontrées dans les différents écosystèmes urbains et d'étudier le milieu dans lequel cette végétation s'épanouit.

Conclusion

La population de Kinshasa/Limete pratique largement l'agriculture urbaine. Dans bon nombre de parcelles résidentielles, on trouve diverses espèces de légumes et d'arbres fruitiers cultivés. Certaines espèces de légumes, jadis rencontrées à l'état sauvage commencent, grâce au dynamisme et à la créativité de ces agriculteurs, à être mises en culture dans les parcelles. Ceci est rassurant par rapport à l'avenir de l'agriculture urbaine des parcelles à Kinshasa et garantit la richesse de la flore des écosystèmes qu'elle crée.

Remerciements

Sincères remerciements pour leur contribution à Mr. Landu Lukebakio, indicateur botanique de l'*Herbarium* INERA Kinshasa, au Professeur Kinkela Savi, Faculté des sciences agronomiques, Université de Kinshasa, au Chef de travaux Bulakali Bisimwa, Faculté des sciences, Université de Kinshasa.

Références bibliographiques

1. Anonyme, 1999. Installez vos jardins en ville. Spore 81, 1-2.
2. Anonyme, 2000. Ca pousse dans les villes. Spore 86, 8
3. Autissier V., 1994. Jardins des villes jardins des champs – maraîchage en Afrique – du diagnostic à l'intervention. Col. du Pont Gret France, pp. 11- 27.
4. Dupriez H. & de Liener P., 1987. Jardins et vergers d'Afrique. Terres et vie. L'harmattan Apica, Enda, CTA, Paris, pp. 52- 66.
5. FAO, 1970. Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique. Document sur la nutrition3. Department of Health Education and Welfare. USA, pp. 81-98.
6. Garrec J.P., 1997. Pollution atmosphérique urbaine et comportement des plantes. In: La plante dans la ville. Les colloques n° 84 Angers (France) 5-7 novembre 1996. Ed. INRA, pp. 294-298.
7. INS- Institut National des Statistiques, 1989. Enquête budgets ménagers ville de Kinshasa, 1985. Principaux résultats, pp. 1-87.
8. INS - Institut National des Statistiques, 1992. Totaux définitifs Groupement/Quartier. Kinshasa, Bas-Zaïre, Bandundu. Vol 1, 22.
9. Kabeya M., Lukebakio L., Kapenda K. & Paulus J. S., 1994. Inventaire de la flore domestique des parcelles. Cas de Kinshasa (Zaire). Revue Méd. et Pharm. Africaine, 8 (2), 38-66.
10. Landmirat H., 1964. Carte géographique à l'échelle de 1/200000. Notice explicative de feuille de Léopoldville. Service géologique de la République Démocratique du Congo et du Musée Royal de l'Afrique centrale (Belgique), pp. 11-17.

11. Lukoki L., 1997. Climatologie- Ecoclimatologie. Notes d'étudiants. Inéd. D.S. en gestion de l'environnement. Faculté des sciences. Université de Kinshasa.
12. Maisonneuse Caroline de la, 1999. La sécurité alimentaire des ménages à Kinshasa. République Démocratique du Congo. Action Against Hunger (Action Against- USA). Septembre- décembre, pp. 16-20.
13. Mbemba F. & Remacle J., 1992. Inventaire et composition des aliments du Kwango- Kwilu au Zaïre. Presses Universitaires de Namur, Belgique, pp. 37-40.
14. Ministères du Plan, Agriculture et Elevage, Education Nationale, Environnement Conservation de la Nature et Tourisme, 1998. Sécurité alimentaire, production et commercialisation, ville de Kinshasa. Plan d'action triennal 1998-2000, pp. 296-297.
15. Morel R., 1989. Les sols cultivés. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, pp. 341-0357.
16. Nackers F., 1999. La sécurité alimentaire dans les ménages de Kinshasa. Rapport final. Université Catholique de Louvain. Ecole de Santé Publique. Unité d'Epidémiologie, pp. 1-51.
17. Paulus J., Kabeya M., Mutuba N., Musibono E. & F. Mbemba, 1989. Rôle des jardins et élevages de parcelles dans l'alimentation urbaine. Le cas de Kinshasa. 4^{es} journées scientifiques internationales du GERM. SPA/Belgique, 22-29 avril. Karthala Paris, pp. 45-49.
18. Pauwels L., 1982. Plantes vasculaires des environs de Kinshasa. Ed. Luc Pauwels, 14 av. J. Vandermissen 1040 Bruxelles, pp. 1-3.
19. Pauwels L., 1993. N'Zayilu N'ti. Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa/Brazaville. Ed. Jardin botanique national de Belgique. Meise (Belgique), pp. 3-16.
20. Saint Moulin de Léon Sj., 1971. L es anciens villages des environs de Kinshasa. Extrait d'études d'histoire africaine. Tome III. Université Louvain. Nouwelaerts, pp. 83-119.
21. The world commission on environment and development, 1987. Our common future. Oxford University Press, Oxford, p. 234.

E. Makumbelo: Congolais, Spécialiste en gestion de l'Environnement. Licencié en Développement Rural. Chercheur Projet Biofertilisants Amont- JEEP- ONG- JEEP. B.P. 114 Kinshasa XI, Université de Kinshasa/ R.D. Congo.

L. Lukoki: Congolais, Docteur en Sciences Agronomiques. Professeur à l'Université de Kinshasa. Faculté des Sciences. B.P. 190 Kinshasa XI, Université de Kinshasa/ R.D. Congo.

J. Sj. Paulus: Belge, Docteur en Sciences. Professeur à l'Université de Kinshasa. Coordonnateur- Amont JEEP. Directeur ONG JEEP. Faculté des Sciences. B.P. 114 Kinshasa XI, Université de Kinshasa/ R.D. Congo.

N. Luyindula: Congolais. Docteur en Sciences. Directeur de recherche à la Division de la science de la vie, Département de microbiologie. Centre régional d'Etudes Nucléaires- Kinshasa. Professeur à l'Université de Kinshasa. B.P. 868 Kinshasa XI, Université de Kinshasa/ R.D. Congo.

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

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

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

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

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

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

L'agriculture biologique face à son développement – Les enjeux du futur

G. Allard, C. David, J. Henning Editeurs

INRA Editions; 396 pages; 160 x 240 mm; Prix: 38,11 euros + frais de port

Cet ouvrage reprend les actes d'un important colloque organisé en vue de faire le point sur la situation de l'agriculture biologique en Europe et en Amérique du Nord à un moment où les inquiétudes nées dans le grand public quant à la qualité de son alimentation ont mis sur le devant de la scène ce mode de production plus respectueux de l'environnement. Les crises alimentaires de la dioxine, de la vache folle et l'incompréhension des consommateurs concernant l'emploi d'organismes génétiquement modifiés en agriculture ont fait exploser les ventes des produits «bio». Face à cette évolution rapide du marché, et au nouveau contexte politique et institutionnel lié à l'intervention accrue des Etats dans le contrôle et le soutien de la production, l'agriculture biologique se trouve confrontée à des changements techniques, économiques et organisationnels. Dans le cadre du colloque, l'analyse de ces défis a été réalisée par une grande diversité d'intervenants issus des secteurs professionnel, institutionnel et scientifique dont la diversité et la complémentarité des points de vue ont été structurées en quatre thèmes majeurs. Le premier thème concerne la situation actuelle et les perspectives de l'agriculture biologique en Europe et en Amérique du Nord. Il rassemble les communications relatives à l'évaluation des niveaux de production actuels dans les différents pays concernés, la réglementation en vigueur, les politiques de soutien existantes et les orientations futures qui sont prévues. Le deuxième thème traite des implications de la spécialisation des systèmes de production pour l'agriculture biologique. Le passage de petites structures de production familiales pratiquant la polyculture et l'élevage à des exploitations spécialisées de plus grande taille a des conséquences au point de vue technique, économique et environnemental dont la portée et la cohérence par rapport aux principes fondateurs de l'agriculture biologique sont analysés. Le troisième thème regroupe les communications concernant les aspects économiques et l'organisation des marchés de produits «bio» suite aux évolutions récentes du secteur. Le dernier thème concerne les liens qui existent entre l'agriculture biologique, le développement agricole et rural, et la recherche. Plus de deux cents personnes, chercheurs de disciplines biotechniques et des sciences humaines, représentants d'organismes internationaux et des pouvoirs publics nationaux, acteurs locaux du développement agricoles et producteurs, ont participé activement aux travaux du colloque sur ces quatre thèmes fédérateurs. La synthèse de leurs interventions regroupée dans cet ouvrage est susceptible d'intéresser tout lecteur soucieux d'un développement plus harmonieux de l'agriculture et d'une meilleure qualité de ses productions.

G. Mergeai
Septembre 2001**VIDEO****Les fermiers écologistes du tiers-monde (29 minutes)**

Auteur: Professeur Jean-Claude Micha, Unité de recherche en Biologie des Organismes.

Production du Centre interfacultaire des Médias de l'Education, Facultés Universitaire Notre-Dame de la Paix, Namur, Belgique.

Prix: 37,2 Euros. Version également disponible en anglais

Cette cassette vidéo présente une série de techniques développées par les agriculteurs des zones tropicales humides pour intensifier de manière durable leurs systèmes de production. Les techniques d'intensification décrites vont des plus simples, qui concernent l'amélioration des performances de la pêche traditionnelle grâce à la concentration des poissons dans des aires relativement restreintes, aux plus complexes, qui visent à optimiser les flux de matières et d'énergies entre les systèmes d'élevage (de volaille, de porc et de poissons) et les systèmes de cultures des exploitations agricoles. De tels mode d'exploitation des ressources disponibles permettent d'accroître significativement et de manière durable la productivité des terroirs par unité de surface. Ils constituent des alternatives intéressantes pour lutter contre la faim et la malnutrition dans les zones tropicales humides du globe les plus peuplées. Nous recommandons la vision de ce film à tous ceux, étudiants, enseignants, chercheurs, gestionnaires et décideurs, qui se sentent concernés par cette problématique.

G. Mergeai
Décembre 2001

ORGANISATION

Concept of editors and objectives of TROPICULTURA

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

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

Board

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

Editorial Staff

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

Publication secretariat

1A, Square du Bastion, B- 1050 Brussels – Belgium
Telephone: ++32.2.550 19 61/ 62; Fax.: ++32.2.514 72 77
Email: ghare.tropicultura@belgacom.net / mjdesmet.tropicultura@belgacom.net

Distribution

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

SCOPE OF THE PUBLICATION

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

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TROPICULTURA

2002 Vol. 20 N° 2
Four issues a year (April - May - June)

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

- Effect of Time of Planting Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) Relative to Maize (*Zea mays* L.) on Growth and Yield of Cowpea (*in English*)
E. Adipala, C.P. Ocaya & D.S.O. Osiru 49
- Nutrient Availability in the Surface Horizons of Four Tropical Agricultural Soils in Mali (*in English*)
M. Soumaré, A. Demeyer, F.M.G. Tack & M.G. Verloo 58
- Spread of Cooking Bananas (*Musa* spp., genome ABB) in a Traditional Plantain-Growing Area in Southeast Nigeria (*in English*)
M. Tshiunza, J. Lemchi, C. Ezedinma & A. Tenkouano 64
- Sheep Management in Oueme and Plateau Departments of Republic of Benin. Stakes of Djallonke Crossbreeding with Sahelian Sheep (*in French*)
A.B. Gbangboché, F.A. Abiola, J.P. Laporte, S. Salifou & P.L. Leroy 70
- Compared Pedological Characteristics of Termite Mounds under Primary Forests of Yangambi Platform in Congolese Central Basin (*in French*)
B.M. Kombele 76
- Characterisation of African Giant Snails Market in Atlantique and Littoral Regions in South-Benin (*in French*)
E. Sodjinou, G. Biaou & J-C. Codjia 83
- TECHNICAL NOTES
- Inventory of Vegetal Species Cultivated in Plots Gardens in Urban Environment. Instance of Limete Commune-Kinshasa- Democratic Republic of Congo (*in French*)
E. Makumbelo, L. Lukoki, J. Sj. Paulus & N. Luyindula 89
- BIBLIOGRAPHY 96

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

GDIC

DGCI