

TROPICULTURA

2003 Vol. 21 N° 3

Trimestriel (juillet – août – septembre)

Driemaandelijks (juli – augustus – september)

Se publica por ano (julio – agosto – septiembre)



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

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever:

J. Vercruysse

Square du Bastion 1A Bolwerksquare
1050 Bruxelles / Brussel

Avec les soutiens de la

Direction générale de la Coopération au Développement DGCD
www.dgdc.be

Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur
et Coopération au Développement
www.diplobel.fgov.be

et la Région Bruxelles Capitale

Met de steunen van

Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS
www.dgdc.be

Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel
en Ontwikkelingssamenwerking
www.diplobel.fgov.be

en van het Brussels Gewest

DGCD

DGOS

BUREAU DE DEPOT - AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X

SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

<p>Modelling C Turnover through the Microbial Biomass in Soil Modélisation du renouvellement de carbone à travers la biomasse microbienne dans le sol Modellering van de koolstof fluxen doorheen de microbiële biomassa in de bodem Modelo de renovación del carbono a través de la biomasa microbiana del suelo</p>	97
<p>S.K. Kachaka, R. Merckx & K. Vlassak</p>	
<p>Evolution journalière du sex-ratio dans une population de <i>Mononychellus tanajoa</i> Bondar (Acari: Tetranychidae) en laboratoire, paramètres de la dynamique des populations Dagelijkse evolutie van de sex ratio van een populatie <i>Mononychellus tanajoa</i> Bondar (Acari: Tetranychidae) in het laboratorium en parameters van de populatiedynamiek Evolución diaria del sex ratio en una población de <i>Mononychellus tanajoa</i> Bondar (Acari: Tetranychidae) en laboratorio, parámetros de la dinámica de las poblaciones</p>	101
<p>A.M. Badegana</p>	
<p>Etude microbiologique des feuilles fermentées de manioc: «Ntoba Mbodi» Microbiologische studie van gefermenteerde maniokbladeren: «Ntoba Mbodi» Estudio microbiológico de las hojas fermentadas de la yuca: «Ntoba Mbodi»</p>	106
<p>D. Louembé, S.C. Kobawila, Gisèle Bouanga Kalou & S. Kéléké</p>	
<p>Etude du comportement et des performances de huit lignées hybrides de riz pluvial à cycle moyen sélectionnées à Yangambi Studie van het gedrag en de prestaties van acht hybride stammen regenrijst met een cyclus van gemiddelde duur en geselecteerd in Yangambi Estudio del comportamiento y rendimiento de ocho líneas híbridadas de arroz de lluvia de ciclo mediano, seleccionadas en Yangambi</p>	112
<p>K.M. Kasongo, M.J. Walangululu, K.M. Bantodisa, B. Likoko & K. Mbuya</p>	
<p>Effect of Sowing Date on Anthracnose of Sorghum in the Nigerian Sudan Savanna L'effet des dates de semis sur l'antracnose du sorgho dans la zone soudanienne du Nigeria Effekt van de zaaidatum op de antracnose van sorgho in de Soudanese zone van Nigeria El efecto de la fecha de siembra sobre la antracnosis del sorgo en la zona Sudán Sabana de Nigeria</p>	117
<p>P.S. Marley & O. Ajayi</p>	
<p>Pratiques et stratégies paysannes en matière de complémentation des ruminants au sein des systèmes d'exploitation mixte agriculture-élevage du plateau central et du nord du Burkina Faso Praktijken en strategieën van uitbaters met betrekking tot de bijvoeding van herkauwers in gemengde landbouw en veeteeltsystemen van het centraal plateau van het Noorden van Burkina Faso Prácticas y estrategias campesinas en materia de complementación de los rumiantes dentro de los sistemas de explotación mixta agropecuarios del plato central y del Norte de Burkina Faso</p>	122
<p>J.S. Zoundi, L. Sawadago & A.J. Nianogo</p>	
<p>Sélection de variétés d'oignon (<i>Allium cepa</i> L.) adaptées au nord de la Côte d'Ivoire Selectie van ajuinvariëteiten (<i>Allium cepa</i> L.) aangepast aan het Noorden van Ivoorkust Selección de variedades de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) adaptadas al Norte de la Costa de Marfil</p>	129
<p>S. Silué, L. Fondio, M.Y. Coulibaly & H. Magein</p>	
<p>Les performances de la race taurine Somba en milieu paysan Prestatievermogen van het bultloze Sombaras in boerenmilieu Rendimientos de la raza bovina Somba en medio campesino</p>	135
<p>A. Adanléhoussi, H. Bassowa, A. Défly, K. Djabakou, K. Adoméfa & N'T. Kouagou</p>	
<p>La production laitière périurbaine au sud du Sénégal. Saisonnalité de l'offre et performances économiques Peri-urbane melkproductie in het Zuiden van Senegal. Seizoengebondenheid van het aanbod en economische prestaties La producción lechera suburbana en el Sur de Senegal. Variación estacional de la oferta y rendimientos económicos</p>	142
<p>P.N. Dieye, G. Duteurtre, M.M. Sissokho, M. Sall & D. Dia</p>	
<p>Performance of New Hybrid Yam (<i>D. rotundata</i> Poir) Varieties in the Forest Zone of Nigeria Performance de nouvelles variétés hybrides d'igname (<i>D. rotundata</i> Poir) dans une zone forestière de Nigeria Prestaties van nieuwe hybride jamswortel variëteiten (<i>D. rotundata</i> Poir) in een woudregio van Nigeria Prestaties van nieuwe hybride jamswortel variëteiten (<i>D. rotundata</i> Poir) in een woudregio van Nigeria</p>	149
<p>G.O. Agbaje, A.A. Adegbite & T.A. Akinlosotu</p>	
<p>Evaluation de l'efficacité des extraits aqueux de graines de papaye (<i>Carica papaya</i> L.) dans le traitement de la coccidiose caecale à <i>Eimeria tenella</i> chez le poulet de chair Evaluatie van de doeltreffendheid van waterextracten van papajazaden (<i>Carica papaya</i> L.) in de behandeling van caecumcoccidiose door <i>Eimeria tenella</i> bij braadkippen Evaluación de la eficacia de extractos acuosos de semillas de papaya (<i>Carica papaya</i> L.) en el tratamiento de la coccidiosis cecal a <i>Eimeria tenella</i> en el pollo de carne</p>	153
<p>M. Mpoame, A. Tégua & Joséphine Mireille Akoa Etoa</p>	
<p>Selection Criteria for Combining High Yield and <i>Striga</i> Resistance in Sorghum Critères de sélection du sorgho combinant le rendement et la résistance au <i>Striga</i> Selectiecriteria om hoge productie met <i>Striga</i>-resistentie te combineren bij Sorgho Criterios de selección para los parámetros combinados de alta productividad y resistencia a la <i>Striga</i> en el Sorgo</p>	157
<p>F.A. Showemimo</p>	
<p>BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA</p>	160

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Modelling C Turnover through the Microbial Biomass in SoilS.K. Kachaka¹, R. Merckx¹ & K. Vlassak¹

Keywords: Simulation model- Fractionating- Quality- Simulated- Measured

Summary

A simulation model was developed to describe the transformations of C and N in the soil. The aim of this study was to validate the concept of fractionating organic residues into pools of different decomposability in order to describe the residue quality. All the data obtained were compiled in the mathematical model and the simulated data were compared with measured data of C- and N-mineralization and soil microbial biomass. According to the different standard deviation values, the simulation was termed "perfect", "adequate" or "poor" and in our experiment, all the curves of C-mineralization were "perfectly" fitted with the model used.

Résumé**Modélisation du renouvellement de carbone à travers la biomasse microbienne dans le sol**

Un modèle de simulation a été développé pour décrire les transformations de C et de N dans le sol. Le but poursuivi dans cette étude était de valider le concept de fractionnement des résidus organiques en pools ayant différents taux de décomposition dans le souci de décrire leur qualité. Les données obtenues ont été compilées dans un modèle mathématique et une comparaison a été faite entre les résultats simulés et mesurés de la minéralisation de C et de N ainsi que de la biomasse microbienne du sol. Suivant les différentes valeurs des déviations standards, la simulation a été qualifiée de "parfaite", "adéquate" ou "médiocre" et dans notre expérience, les courbes de minéralisation de C ont été "parfaitement" ajustées avec le modèle utilisé.

Introduction

Frissel and Van Veen (3) have classified soil N models according to their purpose, dynamics and concept. Two types of soil nitrogen models can be distinguished: "mechanistic" and "practical" models. The purpose of the mechanistic models is to gain a better understanding of the processes involved and their interactions. Practical models are developed for predictive and management purposes. Simulation models of the growth and activity of the soil microbial biomass in relation to its role in mineralization-immobilization processes range in their complexity and level of resolution (2, 4, 6). The soil microbial biomass is a transformation pool whereby organic materials are assimilated, converted into new products and subsequently released either actively or passively (10). All the processes occur simultaneously and are interdependent. Little is known about the mechanisms of microbial death and other processes by which organic substrates become available for decomposition or the predatory-prey relations. Furthermore, the soil microbial biomass consists of many taxa and an attempt to include them all would be impractical.

In this study, we will present the CO₂ simulated and measured of incubation experiment that was carried out on 2 sets of air-dried soils: (i) rewetted and (ii) pre-incubated for 7 days at 25 °C. The 2 sets were amended with four different alley cropping species: *Senna siamea*, *Leucaena leucocephala*, *Dactyloctenium aegyptium* and *Flemingia macrophylla* and incubated for 140 days at 25 °C (5).

Objectives and methodology**Objectives**

The aim of this study was to validate the importance of fractionating organic residues into pools of different decomposability in order to describe the residue quality. The organic fractions of the plant residues determined by Van Soest (8) and Van Soest and Wine (9) method and the other quality parameters obtained during the characterization of plant residues were compiled in the mathematical model and the output

¹ Laboratory of Soil Fertility and Soil Biology, Catholic University of Leuven, B- 3000 Leuven, Belgium.
Received on 28.09.01. and accepted for publication on 30.09.02.

model was compared with measured data of C- and N-mineralization and soil microbial biomass.

Model development

Three main entities were considered in the used mechanistic model and each entity was subdivided into an "active", a "resistant" and an "old" fraction. The three pools included in the model were: (i) the added organic material (AOM), (ii) the native soil organic matter (SOM) and (iii) the soil microbial biomass (BIO).

The model was written in TURBO PASCAL (version V) computer language (5) and was adapted from the original version which was written in FORTRAN language (2). The basic concepts concern the central position of microorganisms in the N-cycle, the interdependence of C- and N-cycles, the use of multiplicative reduction factors to account for the effect environmental factors on the several processes.

Processes

The main formulas used in the model to estimate the CO₂ production during 140 days of aerobic incubation were:

for i:= 1 to 140 do

Begin

itime [i]:= (itime [i-1] + 1);

day:= 1;

(* CO₂ production *)

(* Added organic material *)

Aaco:= Aac [i-1] * (1 - exp (-Aakc * day));

Arco:= Arc [i-1] * (1 - exp (-Arkc * day));

Aoco:= Aoc [i-1] * (1 - exp (-Aokc * day));

Atco:= (Aaco + Arco + Aoco);

(* Soil organic material *)

Saco:= Sac [i-1] * (1 - exp (-Sakc * day));

Srco:= Src [i-1] * (1 - exp (-Srkc * day));

Soco:= Soc [i-1] * (1 - exp (-Sokc * day));

Stco:= (Saco + Srco + Soco);

(* Daily produced CO₂ *)

co:= (Stco + Atco);

(* Cumulative produced CO₂ *)

tAco [i]: (tAco [i-1] + Atco);

tSco [i]: (tSco [i-1] + Stco);

(with A= added; S= soil; a= active; r= resistant; o= old; c= carbon; k= constant; co= CO₂).

Methodology

The flexibility of the mechanistic model used remained the essential criterion in the improvement of agreement between the output model and the observed data. This flexibility could be obtained by handling specific parameters of the model such as the proportions of the active fractions especially in the beginning of incubation, the decay and death rate constants, the efficiencies and the C/N ratios of the soil microbial biomass.

The data simulation could be continued by steps until the absolute value of the difference between the measured and the simulated values ranged between reasoning limits. Therefore, the simulation was termed: (i) "perfect" when the standard deviation ranged between 0 and 10, (ii) "adequate" when it ranged between 10 and 20 and (iii) "poor" when the standard deviation was > 20.

Material and methods

In the mechanistic model, we used data of soil, plant residues and soil microbial biomass obtained from analytical standard methods (5). Other data were calculated or collected from the literature.

Results and discussion

CO₂ production

The results of simulation of C-mineralization in rewetted and pre-incubated soils are given in tables 1 and 2 respectively.

Table 1
Simulated and measured cumulative CO₂ production in control and amended soils, rewetted and incubated at 25 °C

Time (days)	CO ₂ mg.kg ⁻¹									
	<i>Dactyladenia</i>		<i>Flemingia</i>		<i>Senna</i>		<i>Leucaena</i>		Control	
	Sim	Meas	Sim	Meas	Sim	Meas	Sim	Meas	Sim	Meas
2	60.0	60.0	66.6	66.6	120.0	120.0	120.0	120.0	37.5	37.5
7	120.0	140.0	166.7	266.7	364.0	364.0	440.0	440.0	50.0	75.0
14	180.0	200.0	270.0	366.7	560.0	560.0	680.0	680.0	87.5	100.0
28	260.0	280.0	433.3	533.3	760.0	780.0	840.0	840.0	150.0	156.0
56	380.0	400.0	666.7	703.3	880.0	940.0	1000.0	1080.0	225.0	200.0
84	470.0	480.0	800.0	833.3	960.0	1000.0	1100.0	1120.0	275.0	250.0
112	540.0	560.0	900.0	866.7	1040.0	1060.0	1140.0	1200.0	300.0	275.0
140	580.0	600.0	933.3	916.7	1080.0	1080.0	1180.0	1200.0	337.5	312.5

Legend: Sim= simulated. Meas= measured.

Table 2
Simulated and measured cumulative CO₂ production in control and amended soils,
pre-incubated and incubated at 25 °C

Time (days)	CO ₂ mg.kg ⁻¹									
	<i>Dactyladenia</i>		<i>Flemingia</i>		<i>Senna</i>		<i>Leucaena</i>		Control	
	Sim	Meas	Sim	Meas	Sim	Meas	Sim	Meas	Sim	Meas
2	50.0	50.0	75.0	75.0	100.0	100.0	100.0	100.0	30.0	30.0
7	100.0	133.3	150.0	150.0	200.0	266.7	433.3	433.3	50.0	35.0
14	166.7	183.3	250.0	350.0	333.3	400.0	533.3	566.7	80.0	70.0
28	250.0	233.3	412.5	412.5	516.7	600.0	600.0	650.0	110.0	95.0
56	350.0	333.3	537.5	512.5	700.0	733.3	766.7	833.3	160.0	140.0
84	416.7	383.3	612.5	575.0	833.3	800.0	866.7	900.0	210.0	200.0
112	450.0	433.3	662.5	637.5	900.0	866.7	1000.0	966.7	240.0	250.0
140	450.0	466.7	700.0	675.0	933.3	916.7	1000.0	1000.0	260.0	275.0

Legend: Sim= simulated. Meas= measured.

The simulated and measured data of C-mineralization followed the trend: *Leucaena* > *Senna* > *Flemingia* > *Dactyladenia* > Control in the rewetted and pre-incubated soils. The decreasing order observed shows the relation between the “quality” of plant residues and the output model and validates the concept of “fractionation” (5). Furthermore, the simulated and measured data of C-mineralization followed the trend: “rewetted” > “pre-incubated”. This is due to the soil pre-treatment which reduces the soil-drying effects. The data are steadily fitted in the mechanistic model for a short period (28-56 days). The discrepancies are due to: (i) the availability of soil nutrients, the complexity of mineralization – immobilization process, the effects of soil drying-rewetting processes, (ii) the nature and quality of plant residues applied, (iii) the soil microbial growth and death rates, the complexity of soil microbial taxa, their predator-prey relations and (iv) the environmental conditions of temperature, moisture stress.

According to our simulation definition, all the curves of C-mineralization were “perfectly” fitted by the model used. Among the parameters that we handled in order to reduce the discrepancies between measured and simulated data, the increase of both active fractions from the native soil organic matter and their decay rate constants revealed their effectiveness during the simulation. As mentioned by Van Veen *et al.* (10), any mathematical model is able to simulate the sudden variations e.g. following a high substrate input, or the effects of soil properties in influencing the proportions of organic residues accounted for in biomass. With *Leucaena* and *Senna*, a relative high flux of CO₂ was observed in the beginning of aerobic incubation due essentially to drying-rewetting effect and high relative active fractions. The enhancement of CO₂ evolution and of N mineralization following rewetting of dry soils has long been recognized as an important phenomenon in the process of C and N turnover (1). Underlying

mechanisms are not well understood. The enhanced mechanisms are thought to result from the increased availability of organic substrates due either to chemical reactions or to death of cells during drying. In our case, the effects of drying-rewetting during the simulation were compensated by the increase of active fractions from the native soil organic matter and their decay rates. In the pre-incubated soils, the drying-rewetting effects are less pronounced because the decomposition of organic materials occurs during the pre-incubation period.

Conclusion

All the curves of C-mineralization were perfectly fitted by the model used. In all cases, the concept of “fractionation” of organic residues used in the model was related to the “litter quality” as shown by the trends of simulated C-values which followed the decreasing order: *Leucaena* > *Senna* > *Flemingia* > *Dactyladenia*. The simulated and measured data of C-mineralization followed the trend: “rewetted” > “pre-incubated” due to the soil pre-treatment which reduces the soil-drying effects. The fitting solution of the mechanistic model includes the management of soil properties, the quality of plant residues, the dynamics of soil microbial biomass and environmental conditions. So, our work confirms that any mathematical model is able to simulate sudden variations due to complex biological transformations (10). To simulate the drying-rewetting effects, McGill *et al.* (6) considers that death rate is inversely related to moisture stress and death at extreme moisture stress is not considered while in Smith (7), an exponential relationship between moisture stress and death rate is used. On the other hand, Van Veen *et al.* (10) considers both a moisture effect on microbial death rate and a stochastic event of moistening a dry soil.

Literature

1. Birch H.F., 1958, The effect of soil drying on humus decomposition and nitrogen availability. *Plant and soil*, 10, 9-31.
2. Dendooven L., 1990, Nitrogen mineralization and nitrogen cycling. PhD thesis, K.U. Leuven, 180 p.
3. Frissel M.J. & Van Veen J.A., 1982, A review of models for investigating the behavior of nitrogen in soil. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 296, 341-349.
4. Juma N.G. & Paul E.A., 1981, Simulation of mineralization and immobilization of soil nitrogen, *in*: Frissel M.J. & Van Veen J.A. eds., *Simulation of nitrogen behavior of soil-plant systems*, 145-154.
5. Kachaka S.K., 1993, Decomposition and N-mineralization of prunings of various quality and age. PhD thesis, K.U. Leuven, 117 p.
6. McGill W.B., Hunt H.W., Woodmansee R.G., Reuss J.O. & Paustian K.H., 1981, Formulation, process controls, parameters and performance of PHOENIX: a model of carbon and nitrogen dynamics in grassland soils, *in*: Frissel M.J. & Van Veen J.A. eds., *Simulation of nitrogen behavior of soil-plant systems*, 171-191.
7. Smith O.L., 1982, *Soil microbiology: a model of decomposition and nitrogen cycling*. Boca Raton, CRC Press, 373 p.
8. Van Soest P.J., 1963, Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the AOAC*, 46, 828-835.
9. Van Soest P.J. & Wine R.H., 1967, Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *Journal of the AOAC*, 50, 50-55.
10. Van Veen J.A., Ladd J.N. & Frissel M.J., 1984, Modelling C and N turnover through the microbial biomass in soil. *Plant and soil*, 76, 257-274.

S.K. Kachaka, Congolese (DRC), Doctor in Agricultural Sciences, Professor at the University of Kinshasa, Dem. Rep. of Congo.

R. Merckx, Belgian, Doctor in Agricultural Sciences, Professor at the Catholic University of Leuven, Belgium.

K. Vlassak, Belgian, Doctor in Agricultural Sciences, Professor at the Catholic University of Leuven, Belgium.

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.

Evolution journalière du sex-ratio dans une population de *Mononychellus tanajoa* Bondar (Acari: Tetranychidae) en laboratoire, paramètres de la dynamique des populations

A.M. Badegana

Keywords: *Mononychellus tanajoa*- Laboratory- Sex-ratio- Daily evolution- Population dynamics- Green cassava mite

Résumé

Le sex-ratio (100.mâles/femelles) de la descendance des femelles de *Mononychellus tanajoa* Bondar et son évolution journalière ont été étudiés en laboratoire. Sa valeur maximale soit 900 (90,0% de mâles) a été observée le premier jour de l'oviposition et sa valeur minimale soit 7,2 (6,7% de mâles) au 16^{ème} jour de la période d'oviposition dont la durée a été de $38,1 \pm 4,9$ jours (moyenne \pm écart-type). A la fin de la première moitié de la période d'oviposition $94,0 \pm 10,5$ descendants sur un total de $118,0 \pm 10,9$ (en moyenne 79,7%) ont été "pondus". Les résultats obtenus montrent également que sur un total de $88,0 \pm 8,3$ descendants femelles, $74,0 \pm 8,0$ (84,1%) ont été "pondus" durant la première moitié de la période d'oviposition alors que sur un total de $30,0 \pm 2,7$ descendants mâles, $20,0 \pm 2,5$ (66,7%) ont été "pondus" durant la même période. Le sex-ratio de chaque descendance était de $31,9 \pm 1,7$ (24,2% \pm 1,0% de mâles) et le sex-ratio au sein de toute la population $34,0 \pm 0,0$ (25,4% \pm 0,1% de mâles). Le taux intrinsèque d'accroissement et le taux net de reproduction obtenus étaient respectivement de 0,1380 et 79,23.

Summary

Sex-ratio Daily Evolution in a Population of *Mononychellus tanajoa* Bondar (Acari: Tetranychidae) in the Laboratory, Population Dynamics Parameters

The sex-ratio (100.males/females) of offsprings laid by fertilized female parents of *Mononychellus tanajoa* Bondar and its daily evolution was studied in the laboratory. The highest sex-ratio value 900 (90.0% male offsprings) was obtained on the first day of the oviposition and the lowest value 7.2 (6.7% male offsprings) on the 16th day of the oviposition period which lasted 38.1 ± 4.9 days (mean \pm standard deviation). From a total number of 118.0 ± 10.9 offsprings, 94.0 ± 10.5 (on the average 79.7%) were "laid" during the first half of the oviposition period. The results also show that from a total number of 88.0 ± 8.3 female offsprings, 74.0 ± 8.0 (84.1%) were "laid" during the first half of the oviposition period whereas from a total number of 30.0 ± 2.7 male offsprings, 20.0 ± 2.5 (66.7%) were "laid" within the same period. The sex-ratio of each fertilized female parent was 31.9 ± 1.7 (24.2% \pm 1.0% male offsprings) and the sex-ratio within the population was 34.0 ± 0.0 (25.4% \pm 0.1% male offsprings). The intrinsic rate of increase, and the rate of multiplication in one generation were 0.1380 and 79.23 respectively.

Introduction

L'acarien vert du manioc *Mononychellus tanajoa* Bondar est un ennemi redoutable du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en Afrique subsaharienne. Cette plante est très cultivée dans cette partie du continent pour ses jeunes feuilles et ses racines tubéreuses, très consommées. *M. tanajoa* s'attaque aux feuilles avec formation des chloroses. Les feuilles gravement infestées sont rabougries, déformées et tombent (21); ceci réduit la surface foliaire et par conséquent la photosynthèse. Les attaques peuvent aussi modifier la répartition mais pas la quantité totale d'acide cyanhydrique, dans la plante (2). Les baisses de rendement dues à *M. tanajoa* ont été estimées à 10-80%, lors des essais agronomiques traditionnels (21). Pour lutter efficacement contre *M. tanajoa*, il est important de connaître, non seulement la biologie du ravageur, mais également, d'avoir des connaissances sur la dynamique des populations de l'espèce considéré. Le sex-ratio est un élément important dans l'établis-

sement des tables de vie. C'est donc une donnée importante dans l'étude des paramètres (taux intrinsèque d'accroissement naturel, taux limité d'accroissement etc.) de la dynamique des populations d'un ravageur. Deux méthodes ont été utilisées pour déterminer le sex-ratio chez les tetranychidae: c'est le cas du prélèvement d'un échantillon dans une population de tétranyques, le sex-ratio étant obtenu en comptant le nombre de femelles et de mâles présents (9, 14). L'autre méthode consistait à prélever, dans une population de tétranyques quelques femelles qu'on laisse pondre pendant une période déterminée; le sex-ratio étant obtenu en dénombrant les femelles et les mâles issus des pontes (16). Dans cette étude, le sex-ratio est obtenu en dénombrant les femelles et les mâles issus d'une descendance complète de femelles de *M. tanajoa* après un accouplement; ceci permet de connaître non seulement le sex-ratio de la descendance ainsi que son évolution journalière, mais égale-

ment de le comparer au sex-ratio observé dans la nature, au sein d'une population d'acariens.

Matériel et méthodes

Origine des tétranyques et technique d'élevage

La souche de *M. tanajoa* utilisée est prélevée à Dschang au Cameroun et son élevage est effectué en laboratoire selon la technique des disques flottants (3). Les boîtes contenant les acariens sont placées dans une enceinte où la température est de 19-21 °C, l'humidité relative de 40-70% et la photopériode de 12 heures.

Taux de mortalité et durée de développement

L'étude du taux de mortalité des différents stades de développement a été effectuée à partir de la ponte (86 œufs) d'une femelle fécondée, la durée de développement de dix individus de chaque sexe à partir des œufs de même âge pondus sur les disques foliaires (3,5 cm de diamètre). Pour ce faire, l'heure de la ponte est notée et dès que l'éclosion de la téléiochrysalide est imminente, l'observation, sous loupe binoculaire est quasi permanente, ce qui permet de relever l'heure d'éclosion.

Sex-ratio

Vingt femelles de *M. tanajoa* prélevées dans la population d'élevage sont utilisées afin de produire les individus utilisés dans notre étude. Celles-ci sont placées, sous loupe binoculaire, sur un disque foliaire (3,5 cm de diamètre) issu de la plante-hôte (*Manihot esculenta* Crantz). Après trois heures, ces femelles sont retirées et les œufs pondus considérés comme ayant le même âge. Les disques comprenant les œufs sont placés dans un incubateur (enceinte d'élevage). A l'éclosion, les larves sont élevées jusqu'au stade deutonymphe où la différence entre les femelles et les mâles est clairement perceptible (les mâles sont de petite taille avec un idiosoma triangulaire alors que les femelles sont de grande taille et leur idiosoma est ovale). Trente-cinq deutonymphes femelles sont placées sur un disque foliaire (2,5 cm de diamètre) accompagnées de trente mâles issus d'un élevage de femelles non fécondées: la reproduction sexuée est de règle chez les Tetranychidae; toutefois, en l'absence des mâles, il y a parthénogénèse arrhénotoque. Cette forte concentration d'individus des deux sexes sur une surface réduite augmente la probabilité de rencontre entre un mâle et une femelle et par conséquent la probabilité pour une femelle de se faire féconder. Dès l'éclosion des téléiochrysalides, les femelles dont l'accouplement est observé au binoculaire sont prélevées soigneusement, à l'aide d'un pinceau fin. Elles sont placées, chacune, sur un disque foliaire (3,5 cm de diamètre). Chaque femelle est transférée journalièrement sur un nouveau disque foliaire (3,5 cm de diamètre). Les œufs pondus sont comptés et mis à incuber. Au stade deutonymphe, les femelles et les mâles issus de la ponte quotidienne de chaque femelle sont dénombrés. Ces dénombrements sont effectués sur toute la période d'oviposition; celle-ci s'arrête, lorsque les femelles sont trop vieilles

et ne pondent plus, mais la longévité de chacune a été relevée. Les pontes journalières de trente femelles fécondées ont été ainsi dénombrées.

Analyse des données

Le sex-ratio (100.mâles/femelles) journalier et le sex-ratio moyen de chaque descendance ont été calculés, le pourcentage moyen de femelles aussi après transformation asin %. La table de vie a été établie et le calcul des paramètres de la dynamique des populations tels que le taux intrinsèque d'accroissement (r_m), le taux net de reproduction (R_0) ou taux de multiplication de la population en une génération, la durée moyenne d'une génération (T) effectué (1,4):

$$\sum_{j=21}^{i=47} l_x m_x e^{-r_m \cdot x} = 1 \quad (\text{La période d'oviposition allant du 21}^{\text{ème}} \text{ au 47}^{\text{ème}} \text{ jour}).$$

l_x est la probabilité pour les femelles, à leur naissance c'est-à-dire dès l'éclosion de l'œuf d'être en vie à l'âge x (x en jours). A l'âge zéro, cette probabilité est exprimée par l_0 et on lui attribue la valeur 1,00 ($l_0 = 1$). La table de longévité permet de calculer les valeurs de l_x . m_x est le nombre moyen de femelles produites par une femelle d'âge x . Les valeurs de m_x sont obtenues à partir de la table de fécondité et du sex-ratio qui fournissent, pour chaque âge le nombre moyen de femelles engendrées journalièrement par une femelle.

$$R_0 = \sum_{j=21}^{i=47} l_x m_x$$

La durée moyenne d'une génération (T) et le taux limité d'accroissement (λ) ont été aussi calculés:

$$T = \frac{\text{Log}_e R_0}{r_m}$$

$$\lambda = e^{r_m}$$

Un programme informatique a permis de calculer les différents paramètres de la dynamique des populations.

Résultats

Taux de mortalité, durée de développement et longévité des individus

Le tableau 1 présente le taux de mortalité des différents stades de développement. Le taux de mortalité le plus élevé est observé au stade larvaire et à partir du stade deutonymphe, la mortalité est nulle. Ce sont surtout les œufs de petite taille, pondus à la fin de la période d'oviposition qui n'éclosent pas ou qui donnent des larves non viables. La mortalité totale des stades préimaginaux est de 9,7%; ce qui a permis de sexer 90,3% des descendants. La durée de développement des femelles est de $18,1 \pm 0,2$ jours et celle des mâles $17,2 \pm 0,1$ jours (moyenne \pm erreur stan-

Tableau 1
Taux de mortalité des différents stades de développement de *Mononychellus tanajoa*

Stade	Nombre d'individus	Mortalité (%)
Oeuf	86	2,3
Larve	84	3,6
Protochrysalide	81	1,2
Protonymphe	80	1,3
Deutochrysalide	79	1,3
Deutonymphe	78	0,0
Téléiochrysalide	78	0,0

dard). Ceci montre que la durée de développement des mâles est plus courte que celle des femelles. Les mâles émergent donc avant les femelles. La longévité des mâles est de 60 ± 3 jours et celle des femelles $58 \pm 1,4$ jours.

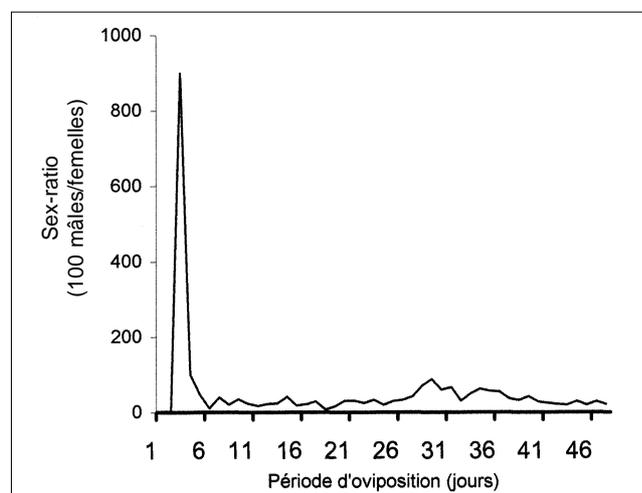


Figure 1: Evolution journalière du sex-ratio durant la période d'oviposition.

Sex-ratio

La figure 1 représente l'évolution journalière du sex-ratio (100.mâles/femelles) de la descendance sur toute la durée de l'oviposition. Le sex-ratio journalier n'est pas constant. La valeur maximale du sex-ratio soit 900 (90,0% de mâles) est obtenue le premier jour de la ponte qui se situe deux jours après l'éclosion de

la téléiochrysalide femelle dans nos conditions expérimentales. Sa valeur minimale journalière soit 7,2 (6,7% de mâles) est obtenue au seizième jour de la période d'oviposition dont la durée est de $38,1 \pm 4,9$ jours (moyenne \pm écart-type). Le tableau 2 présente la durée de la période d'oviposition, le nombre de descendants, de descendants femelles et mâles obtenus à partir de trente femelles fécondées de *M. tanajoa*, prélevées parmi les trente-cinq du disque foliaire (2,5 cm de diamètre). A la fin de la première moitié de la période d'oviposition, $94 \pm 10,5$ descendants sur un total de $118 \pm 10,9$ (en moyenne 79,7%) sont déjà "pondus" et 79% de descendants "pondus" durant cette période sont des femelles. Les résultats obtenus montrent aussi que sur un total de $88 \pm 8,3$ descendants femelles, 74 ± 8 (84,1% en moyenne) sont "pondus" durant la première moitié de la période d'oviposition alors que sur un total de $30 \pm 2,7$ descendants mâles, $20 \pm 2,5$ (66,7%) sont "pondus" dans la même période. Ceci montre que c'est dans la première moitié de la période d'oviposition que la plus grande partie de la descendance qu'elle soit femelle ou mâle est "pondue". Le sex-ratio de chaque descendance est de $31,9 \pm 1,7$ (24,2% \pm 1% de mâles) et le sex-ratio au sein de toute la population 34 ± 0 (25,4% \pm 0,1% de mâles). Outre la longévité des femelles, le sex-ratio journalier obtenu dans cette étude a permis de calculer les différents paramètres de la dynamique des populations de *M. tanajoa* (Tableau 3). Le taux intrinsèque d'accroissement des populations (r_m) est de 0,1380 et le taux net de reproduction ou taux de multiplication de la population en une génération (R_o) de 79,23.

La durée moyenne d'une génération (T) est 31,30 alors que le taux limité d'accroissement (l) est de 1,14.

Discussion

La reproduction, chez les tetranychidae, est sexuée ou parthénogénétique en l'absence des mâles. Mais dans la nature, du fait que les mâles émergent avant les femelles et que les acariens vivent en groupes, toute femelle est fécondée (18). Un ou plusieurs mâles attirés par une phéromone, attendent à proximité de la téléiochrysalide femelle. Dès lors, la femelle est fécondée dès son émergence par un des mâles présents (7, 8, 9). Le nombre d'accouplements n'influence pas le sex-ratio de la descendance chez les tetranychidae. Seul le premier accouplement est efficace et la barrière à une fécondation (bouchon à sperme) s'établit soixante secondes après (10). Les

Tableau 2
Evolution de la progéniture et du sex-ratio au cours de la période d'oviposition de *M. tanajoa* (moyenne \pm écart-type) $n = 30$ femelles fécondées

	Première moitié de la période d'oviposition	Deuxième moitié de la période d'oviposition	Durée totale de la période d'oviposition
Durée (j)	$19,1 \pm 3,4$	$19,1 \pm 3,4$	$38,1 \pm 4,9$
Nombre de descendants	$94,0 \pm 10,5$	$24,0 \pm 3,0$	$118,0 \pm 10,9$
Nombre de femelles	$74,0 \pm 8,0$	$14,0 \pm 2,0$	$88,0 \pm 8,3$
Nombre de mâles	$20,0 \pm 2,5$	$10,0 \pm 1,0$	$30,0 \pm 2,7$
Sex-ratio	$27,0 \pm 0,4$	$71,4 \pm 3,6$	$34,0 \pm 0,0$

Tableau 3
Table de vie complète d'une génération de *M. tanajoa* élevé en laboratoire
(T°= 19-21 °C; HR= 40-70%) n= 30 femelles fécondées

Age des femelles en jours (x)	Femelles survivantes l_x	Nombre moyen de femelles par jour (m_x)	$l_x m_x$	$l_x m_x e^{-r m_x}$
				$r_m = 0,1380$
0-21	0,90	0,75	0,68	0,0374
22	0,90	1,35	1,22	0,0585
23	0,90	2,33	2,10	0,0878
24	0,90	2,57	2,31	0,0841
25	0,90	2,73	2,46	0,0780
26	0,90	2,98	2,68	0,0741
27	0,90	2,70	2,43	0,0585
28	0,90	3,98	3,58	0,0751
29	0,90	3,85	3,47	0,0634
30	0,90	4,00	3,60	0,0573
31	0,90	5,65	5,09	0,0706
32	0,90	4,38	3,94	0,0476
33	0,90	4,45	4,00	0,0421
34	0,90	3,93	3,54	0,0324
35	0,90	3,10	2,79	0,0222
36	0,90	3,83	3,45	0,0240
37	0,90	3,10	2,79	0,0169
38	0,90	2,78	2,50	0,0131
39	0,90	3,30	2,97	0,0136
40	0,90	3,41	3,07	0,0122
41	0,90	3,60	3,24	0,0113
42	0,90	3,50	3,15	0,0095
43	0,90	3,23	2,91	0,0077
44	0,90	2,10	1,89	0,0043
45	0,90	1,93	1,74	0,0034
46	0,90	0,82	0,74	0,0012
47	0,90	0,74	0,67	0,0010
48	0,90	0,62	0,56	0,0007
49	0,90	0,66	0,59	0,0006
50	0,90	0,71	0,64	0,0006
51	0,90	0,61	0,55	0,0004
52	0,90	0,46	0,41	0,0003
53	0,90	0,28	0,25	0,0001
54	0,90	0,28	0,25	0,0001
55	0,90	0,42	0,38	0,0001
56	0,90	0,51	0,46	0,0002
57	0,90	0,31	0,28	0,0001
58	0,90	0,13	0,12	0,0000
59	0,90	0,18	0,16	0,0000
60	0,90	0,20	0,18	0,0000
61	0,90	0,13	0,12	0,0000
62	0,90	0,17	0,15	0,0000
63	0,90	0,11	0,10	0,0000
64	0,90	0,14	0,13	0,0000
65	0,90	0,22	0,20	0,0000
66	0,90	0,38	0,34	0,0000
67	0,90	0,39	0,35	0,0000
			$\Sigma l_x m_x = R_0 = 79,23$	$\Sigma l_x m_x e^{-r m_x} = 1,0$

premiers œufs d'une femelle fécondée de *T. urticae* engendrent les mâles parce que les spermatozoïdes qui ne sont pas flagellés chez les tetranychidae se déplacent lentement et n'atteignent pas assez rapidement les ovocytes pour les féconder (11). En outre, le sex-ratio de la descendance ne change pas lorsqu'on

passé d'une génération à une autre (12, 17, 18). La femelle de *M. tanajoa* pond, à la température de 27 ± 2 °C, 96 œufs et la durée de développement de la femelle à 20 °C est de $16,8 \pm 5,1$ jours (moyenne \pm écart-type) (21). Le mâle de *T. urticae* termine son développement un à deux jours avant celui de la

femelle (9) et même dix-sept heures avant celui de la femelle (5). A 27 °C, le taux intrinsèque d'accroissement (r_m) de *M. tanajoa* est de 0,1800 et le taux net de reproduction (R_0) de 70,8. La durée moyenne d'une génération (T) est de 28,1 jours à 20 °C et le taux limité d'accroissement (λ) de 2,5 à 31 °C avec un sex-ratio constant sur toute la durée de l'oviposition de 3,0 (75% de femelles) (21). Les résultats de cette étude sont proches de ceux obtenus par d'autres chercheurs. Le sex-ratio obtenu en laboratoire peut être différent de celui observé dans la nature: les populations de tétranyques, dans la nature, sont contrôlées par de nombreux prédateurs (insectes, araignées, autres acariens et même par des agents pathogènes) (6, 15, 19, 20), présence de Wolbachie qui régule le sex-ratio; ceci peut modifier le sex-ratio dès lors que la prédation est plus intense sur les individus d'un sexe plutôt que sur ceux de l'autre. En outre, le sex-ratio au sein d'une population peut aussi baisser du fait que les mâles vivent plus longtemps (2 jours) que les femelles. Cette baisse est alors due à une différence de survie entre les femelles et les mâles. Quoiqu'il en soit, il est admis que le sex-ratio chez toutes les espèces de la famille de Tetranychidae est

de 3,0 soit 25% de mâles (13). Cette valeur est proche du sex-ratio moyen de chaque descendance de *M. tanajoa* et de celui observé au sein de notre population d'acariens.

Conclusion

Les résultats obtenus dans cette étude, montrent que c'est dans la première moitié de la période d'oviposition qu'il y a le maximum de fécondité (nombre d'œufs "pondus") et le sex-ratio (proportion d'œufs femelles "pondus") le plus élevé. La probabilité liée aux naissances femelles qui dépend de la réalisation de l'accouplement est maximalisée ici dans la mesure où la femelle est fécondée dès l'éclosion de la téléiochrysalide. L'infériorité numérique des mâles est compensée par leur développement rapide et par le fait qu'un seul accouplement, le premier, suffit à féconder la femelle. Tout ceci permet d'avoir un taux intrinsèque d'accroissement élevé et par conséquent une croissance rapide de la population. Cette étude doit permettre de mieux comprendre l'évolution du sex-ratio de la descendance de *M. tanajoa* et même d'autres arthropodes ayant un mode de reproduction similaire.

Références bibliographiques

1. Andrewartha H.G. & Birch L.C., 1954, The distribution and abundance of animals. Univ. Chicago press. 782 pp.
2. Ayanru D.K.G. & Sharma V.C., 1984, Changes in total cyanide content of tissues from cassava plants infested by mites (*Mononychellus tanajoa*) and mealybugs (*Phenacoccus manihoti*). Agriculture, ecosystems and environment, 12, 35-46.
3. Badegana A.M., 1991, Nouvelle technique d'élevage de l'acarien phytophage *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) et son application à l'étude de l'efficacité de quelques acaricides. Biosci. Proc. 2, 226-229.
4. Birch L.C., 1948, The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 17, 15-26.
5. Carey J.R. & Bradley J.W., 1982, Developmental rates, vital schedules, sex-ratios and life tables for *Tetranychus urticae*, *Tetranychus turkestanii* and *Tetranychus pacificus* (Acarina: Tetranychidae) on cotton. Acarologia, 23(4), 333-345.
6. Carner G.R. & Canerday T.D., 1970, *Entomophthora* sp. as a factor in the regulation of the two-spotted spider mite on cotton. J. Econ. Entomol. 63, 638-640.
7. Cone W.W., MC Donough L.M., Maitlen J.C. & Burdajewicz S., 1971a, Pheromone studies of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. I. Evidence of a sex pheromone. J. Econ. Entomol., 64, 355-358.
8. Cone W.W., Predki S. & Klostermeyer E.C., 1971b, Pheromone studies of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. II. Behavioral response of male *T. urticae* to quiescent deutonymphs. J.Econ. Entomol. 64, 379-382.
9. Dosse G., 1952, L'acarien de serre *Tetranychus urticae* Koch forme "dianthica" et sa lutte. Höfchen-Briefe, 5, 238-266.
10. Feldman A.M., 1977, Mating competitiveness and the effect of x-rays and ageing on males of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) in relation to genetic control. Entomol. Exp. Appl. 21(2), 182-191.
11. Helle W., 1967, Fertilization in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari). Entomol. Exp. Appl. 10, 103-110.
12. Helle W. & Overmeer W.P.J., 1973, Variability in tetranychid mites. Ann. Rev. Entomol. 18, 97-120.
13. Helle W. & Sabelis M. W., 1985, Spider mites. Their biology, natural enemies and control 1 A. Elsevier Science Publishing Company B.V. Amsterdam, 405 pp.
14. Herbert H.J., 1975, Sex-ratio of the European red mite *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae) in apple orchards in Nova Scotia. Can. Entomol. 107, 825-828.
15. Huffaker C.B., Van De Vrie M. & MCMurtry J.A., 1969, The ecology of tetranychid mites and their natural control. Ann. Rev. Entomol. 14, 125-174.
16. Jesiotr L.J. & Suski L.W., 1976, The influence of host plant on the reproduction potential of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). Ekol. Pol. 24(3), 407-411.
17. Mitchell R., 1972, The sex-ratio of the spider mite *Tetranychus urticae*. Entomol. Exp. Appl. 15, 299-304.
18. Overmeer W.P.J. & Harrison R.A., 1969, Notes on the control of the sex-ratio in populations of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). New Zealand J.Sci. 12, 920-928.
19. Ramaseshiah G., 1971, Occurrence of an *Entomophthora* on tetranychid mites in India. J. Invertebr. Pathol. 18, 421-424.
20. Smith J.W. & Furr R.E., 1975, Spider mites and some natural control agents found in cotton in the delta area of Mississippi. Environ. Entomol. 4, 559-560.
21. Yaninek J.S., De Moraes G.J. & Markham R.H., 1990, Manuel de l'acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) en Afrique. Alphabyte et page Via di Donna Olimpia, Rome, 148 pp.

A.M. Badegana, Camerounais, Ingénieur agronome, M.Sc. (UCL), Doctorat ès Sciences (Université d'Etat de Gent, Belgique), chargé de cours à l'Université de Dschang-Cameroun.

Etude microbiologique des feuilles fermentées de manioc: "Ntoba Mbodi"

D. Louembé, S.C. Kobawila, Gisèle Bouanga Kalou & S. Kéléké

Keywords: Fermented Cassava leaves- Cyanogenic glucosides- Fermentation- Alkalinization- Microorganisms

Résumé

Au Congo, tant au niveau familial que petites unités artisanales, il est produit par la fermentation des feuilles de manioc du «ntoba mbodi», un plat très apprécié par son goût particulier et sa saveur.

La fermentation dure 4 jours au cours desquels les feuilles de manioc subissent des changements significatifs. En effet, après fermentation, 70% des glucosides cyanogéniques sont éliminés. Ainsi, la fermentation peut être considérée comme un procédé aussi efficace que le blanchissement ou le séchage au soleil des feuilles de manioc au cours desquels, il y a élimination de 82 à 94% des glucosides cyanogéniques.

Par ailleurs, la fermentation des feuilles de manioc conduit à une alcalinisation avec des pH autour de 8,9 contrairement à d'autres produits végétaux où la fermentation aboutit à une augmentation de l'acidité.

*Les analyses microbiologiques des feuilles fermentées de manioc révèlent, à côté des micro-organismes couramment rencontrés, la présence peu commune des *Micrococcus varians*, *Bacillus macerans*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus sciuri*, *Staphylococcus xylosum* alors que les levures et les *Leuconostoc* sont absents.*

**Bacillus macerans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus xylosum* et *Erwinia* spp., doivent jouer un rôle important lors de la fermentation des feuilles de manioc grâce à leurs enzymes polysaccharolytiques.*

Summary

Microbiological Study of «Ntoba-Mbodi», Fermented Cassava Leaves

Some families and small processing units proceed by way of fermentation of the cassava leaves to make «ntoba mbodi», a dish with a particular taste and flavor.

The fermentation process lasts 4 days and after that the product undergoes significant alteration. During fermentation, about 70% of the cyanogenic glucosides are eliminated compared to 82 to 94% by blanching, vapor cooking or sun drying. Thus fermentation can be considered as good in eliminating cyanide as these other methods.

*Contrary to other plant material whose fermentation leads to an increase in acidity, fermentation of cassava leaves leads to alkalinization, with the pH rising from 6.2 to 8.9. Microbiological analyses of the fermented cassava leaves reveal the unusual presence of *Micrococcus varians*, *Bacillus macerans*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus sciuri* and *Staphylococcus xylosum* among the other usual microorganisms; however yeasts and *Leuconostoc* strains are not present. Among this micro-organisms, *Bacillus macerans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus xylosum* and *Erwinia* spp. play an important role in with their polysaccharolytic enzymes.*

Introduction

Les feuilles de manioc (*Manihot esculenta* Crantz), préparées selon diverses recettes culinaires, constituent un des plats de légumes les plus consommés en alimentation humaine au Congo. Du point de vue nutritionnel, ces légumes contiennent en poids sec 17 à 34% de protéines brutes et 16 à 26% de fibres (1, 2, 3).

Du fait de la présence des glucosides cyanogéniques (linamarine et lotaustraline) dont les concentrations varient de 1000 à 2000 mg.kg⁻¹ en poids sec (1, 4), les feuilles de manioc sont toujours préalablement traitées par blanchiment ou cuisson à la vapeur pour assurer l'élimination de ces composés.

A côté de ces pratiques très classiques, les populations congolaises ont développé un autre procédé de traitement consistant en la fermentation des feuilles. Réalisé au niveau familial ou par des petites unités

artisanales, ce procédé est considéré plutôt comme un moyen de rehausser la saveur du produit diversement appelé: ntoba mubori dans la Bouenza, lilleyuku dans le Kouilou ou ntoba mbodi dans le Pool.

Comme dans la plupart de ces procédés empiriques, les fermentations se font sous l'action des micro-organismes présents fortuitement sur les feuilles, ce qui donne des produits, quoique bien prisés, d'une grande variabilité du point de vue des qualités organoleptiques et hygiéniques.

La nécessité de proposer un produit amélioré et accepté des consommateurs a suscité la présente étude qui porte sur la caractérisation des bactéries impliquées dans la fermentation des feuilles de manioc et l'évaluation de l'effet de la transformation sur l'élimination des composés cyanés.

Matériel et méthodes

1.1 Matériel végétal

Les feuilles de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) utilisées sont âgées de 2 semaines à 3 mois. Elles ont été récoltées des plantations de manioc des environs de Brazzaville.

1.2 Détermination de la nature du processus

Elle est réalisée à partir de 4 essais menés en parallèles:

- essai 1: Les feuilles de manioc détachées de leur pétiole et découpées en morceaux (2 cm de large sur 4 cm de long), sont lavées par passages successifs dans l'éthanol à 95% pendant 3 minutes et dans l'eau froide chlorée à 0,1% pendant 5 minutes pour éliminer la flore commensale. Elles sont ensuite rincées 3 fois dans de l'eau distillée stérile et emballées dans du papier aluminium stérilisé.
- essai 2: les feuilles de manioc et les feuilles de papayer servant d'emballage ne subissent aucun traitement: les feuilles de manioc détachées de leur pétiole sont découpées en morceaux, lavées et exposées au soleil pendant 2 à 3 heures à la température ambiante de 28 °C environ. Elles sont ensuite aspergées d'eau puis emballées dans des feuilles de papayer propres en raison de 150 g par paquet. Cet essai reprend le procédé artisanal de préparation. Il constitue le témoin (Figure 1).

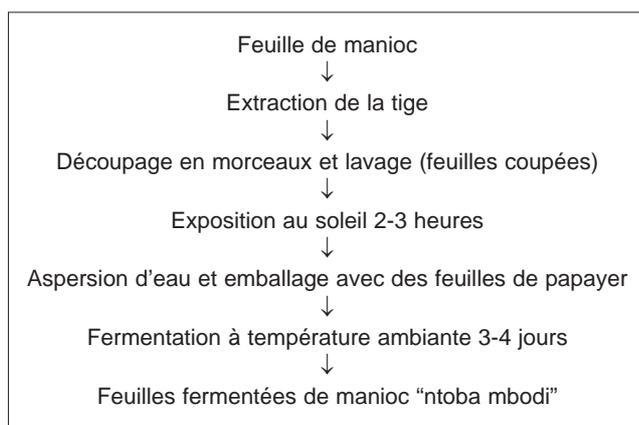


Figure 1: Diagramme de production du "ntoba mbodi".

- essai 3: les feuilles de manioc sont traitées comme dans l'échantillon 1, puis emballées dans des feuilles stérilisées de papayer (*Carica papaya*).
- essai 4: Les feuilles de manioc non traitées sont emballées dans du papier aluminium stérilisé.

Après emballage, les échantillons des différents essais, sont placés dans des marmites fermées hermétiquement. On laisse fermenter 4 jours, à température ambiante sans régulation (environ 28 °C). Les essais sont réalisés en triple.

L'évolution de l'arôme, de la couleur et de la texture du produit en cours de fermentation est évaluée toutes les 24 heures pendant 4 jours par un jury de 6 membres.

1.3 Analyses microbiologiques

Toutes les 24 heures, dix grammes de feuilles de manioc en cours de fermentation sont pesés et broyés à l'homogénéiseur Waring blender. Le broyat est mis en suspension dans 90 ml d'eau peptonée stérile. Des dilutions décimales sont préparées à partir de cette suspension mère pour l'ensemencement des milieux de culture.

1.3.1 Milieux et conditions de culture

Les milieux et conditions de culture utilisés sont les suivants: – Milieu PCA (Plate Count Agar) pour la flore mésophile totale; culture à 30 et 37 °C pendant 24 à 72 heures. – Milieu MRS gélosé à pH 5,5 pour les bactéries lactiques; ensemencement en double couche et incubation à 30 et 37 °C pendant 24 à 72 heures. – Milieu PDA (Potatoes Dextrose Agar) acidifié à pH 3,5 avec de l'acide tartrique à 10% et additionné de chloramphénicol à 0,5% pour la sélection des levures et des moisissures; ensemencement en surface et incubation à 30 et 37 °C pendant 3 à 5 jours. – Milieu BP (Baird Parker) à pH 7,2 pour la sélection des staphylocoques; ensemencement en surface et incubation à 30 et 37 °C pendant 24 à 72 heures. – Milieu Agar lactosé au désoxycholate pH 7,3 pour entérobactéries pathogènes; ensemencement en double couche et incubation à 30 et 37 °C pendant 24 à 72 heures. – Milieu TSN (Trypticase Sulfite Néomycine) pH 7,2 pour la recherche des Clostridium; ensemencement en surface et incubation à 30 et 37 °C pendant 24 à 72 heures en anaérobiose. Les milieux sont ensemencés avec 0,1 ml des différentes dilutions à raison de trois boîtes de Pétri pour chaque dilution.

1.3.2 Dénombrement et identification

Les principaux genres et espèces présents sont dénombrés après culture sur milieux sélectifs. Le résultat correspond à la moyenne des nombres de colonies développées (entre 10 et 100 colonies par boîtes).

Après dénombrement des colonies, les souches sont purifiées et leurs caractères morphologiques, biochimiques et physiologiques sont examinés et déterminés selon les méthodes classiques de microbiologie (5). L'identification des souches se fait sur la base des caractéristiques définies dans le Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (15).

1.3.3 Isolement et identification des souches microbiennes à activités pectinolytiques et protéolytiques du ntoba-mbodi

Dix grammes de ntoba-mbodi en fin de fermentation sont prélevés, broyés et homogénéisés dans 90 ml d'eau peptonée stérile au Waring blender. Des dilutions décimales en eau peptonée sont préparées à

partir de cette suspension mère. Le milieu PCA (Plat Count Agar) est ensemencé avec 0,1 ml des différentes dilutions en raison de trois boîtes pour chaque dilution. Les boîtes sont placées à 30 °C pendant 24 à 48 heures. Après incubation, cinq colonies bien séparées et morphologiquement différentes sont choisies au hasard dans chacune des boîtes. Après isolement et purification sur milieu LPGA, les souches isolées et purifiées sont soumises aux tests protéolytique selon la méthode de liquéfaction de la gélatine décrite par Smith *et al.* (26) et pectinolytique selon la méthode décrite par Bertheau *et al.* (2), modifiée par Kéléké S. (16).

La recherche de l'activité protéolytique consiste à repiquer la souche à tester sur milieu nutritif gélifié contenant 0,4% de gélatine. Après 24 heures d'incubation à 37 °C, les milieux sont recouverts du réactif de Smith. L'activité protéolytique est caractérisée par l'apparition d'une zone claire autour de la souche.

Le test pectinolytique consiste à repiquer la souche à tester sur milieu nutritif gélifié contenant 0,5% de pectine. Après 24 heures d'incubation à 37 °C, les milieux de cultures sont recouverts d'une solution de cetavlon à 1%. L'activité pectinolytique se manifeste par l'apparition d'une zone claire autour de la souche.

Les souches présentant les activités pectinolytique ou protéolytique sont isolées et identifiées selon la méthode classique. La capacité des isolats à utiliser les sucres a été déterminée à partir des galeries API 50CHB et API 20E (BioMérieux).

1.4 Détermination des taux de composés cyanoglucosides

Les teneurs en linamarine, cyanhydrines et cyanures libres sont déterminées suivant la méthode de Cooke (4) modifiée par Giraud *et al.* (11) pendant la fermentation et la cuisson des feuilles fermentées de manioc.

1.5 Détermination du pH et de la température

Vingt grammes de feuilles de manioc en fermentation sont broyées à l'homogénéiseur Waring blender puis mis en suspension dans 50 ml d'eau distillée stérile. Le pH est mesuré toutes les 24 heures avec un pH-mètre Jenco modèle 6071 selon les procédés décrits par Fleming *et al.* (8).

La température est déterminée à partir des paquets en fermentation à l'aide d'un thermomètre à sonde Huger model n° SA880SSX.

Résultats

2.1 Nature de la transformation

Seuls les essais 2 et 4, réalisés avec les feuilles de manioc non traitées donnent le produit attendu. En effet, au bout de 4 jours de fermentation, la couleur, la texture et la senteur des feuilles changent. Celles-ci deviennent vert sombre, se ramollissent et exhalent l'arôme caractéristique du ntoba mbodi. Les tests

d'évaluations (Tableau 1) par un jury de producteurs confirment ces résultats.

Tableau 1
Tests d'évaluation des caractéristiques physico-chimiques du "ntoba mbodi"

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4
1 ^{er} jour	0	0	0	+
2 ^{ème} jour	0	+	0	++
3 ^{ème} jour	0	++++	0	++++
4 ^{ème} jour	0	++++	0	++++

0: Absence de senteur;
+: légère senteur caractéristique;
++: senteur assez caractéristique;
++++: senteur très caractéristique.

Le phénomène mis en jeu fait donc appel à l'action des micro-organismes présents naturellement sur les feuilles.

2.2 Evolution quantitative de la microflore

Pendant la fermentation la microflore totale s'accroît et elle est quantitativement très importante (Figure 2). Par contre, la population de bactéries lactiques n'augmente que pendant les 24 premières heures et décroît ensuite (Figure 2). Sa proportion chute considérablement de 65% à 4% par rapport à la flore totale pendant que celle de la flore non lactique passe de 34,97% au départ à 95,92% en fin de fermentation (Figure 3).

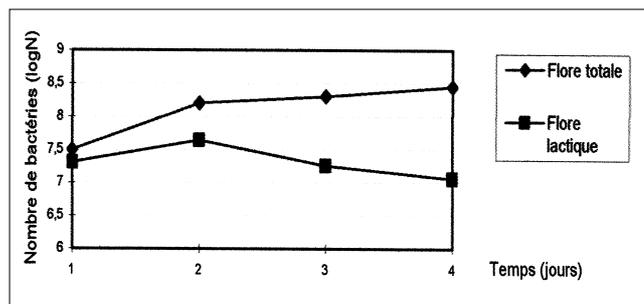


Figure 2: Evolution des microflores totale et lactique au cours de la fermentation.

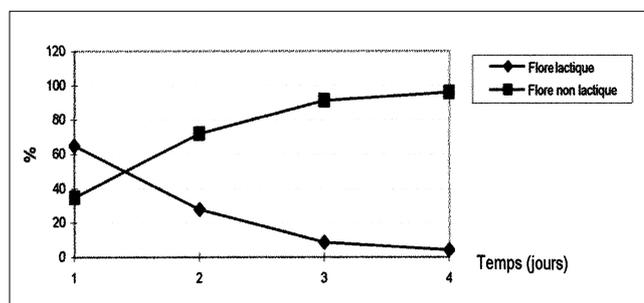


Figure 3: Evolution des microflores lactique et non lactique au cours de la fermentation.

2.3 Population microbienne

Les micro-organismes des feuilles de manioc en cours de transformation sont composés essentiellement de bactéries lactiques et non lactiques. Les bactéries non lactiques comprennent: *Acinetobacter calco aceticus*, *Agrobacterium radiobacter*, *Bacillus subtilis*; *B. cereus*; *B. macerans*; *B. amyloliquefaciens*; *B. brevis*; *B. circulans*; *B. megaterium*; *B. polymixa*; *B. pumilus*; *Erwinia* spp.; *Flavobacterium* spp.; *Micrococcus varians*; *Staphylococcus sciuri*; *S. xylosus*. Les bactéries lactiques présentes sont: *Lactobacillus plantarum*; *L. fermentum*; *Lactobacillus* spp., *Lactococcus lactis diacetylactis*; *Pediococcus cerevisiae*.

2.4 Présence de souches pectynolytiques et protéolytiques

Quatre-vingt-dix souches ont été isolées et purifiées. Parmi ces souches, 57 soit 64% sont à la fois pectinolytiques et protéolytiques et 33, soit 36% sont uniquement pectinolytiques. L'identification des souches révèle la présence de *B. pumilus*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. amyloliquefaciens*, *B. polymixa* ayant à la fois l'activité pectinolytique et protéolytique, et des souches de *B. brevis*, *B. circulans*, *B. marcerans*, *Bacillus* spp. dotées uniquement de l'activité pectinolytique.

2.5 Variation de la température et du pH

Au cours de la transformation, la température croît de 24 à 38,8 °C et chute ensuite à 31,2 °C en moyenne (Figure 4); le pH augmente progressivement de 6,21 à 8,89 en 4 jours (Figure 5). Les échantillons de feuilles fermentées, acquis auprès de différents ateliers de production donnent des valeurs de pH comprises entre 8,03 et 8,96 (Figure 6). La transformation des feuilles de manioc s'accompagne donc d'une alcalinisation du produit.

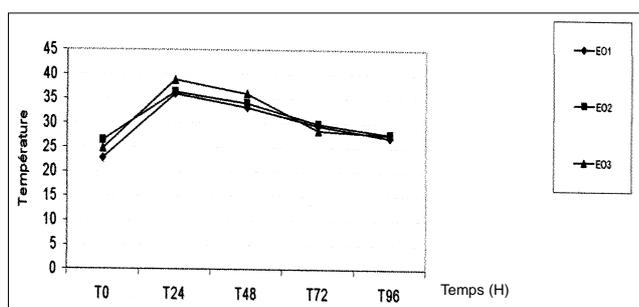


Figure 4: Evolution de la température au cours de la fermentation.

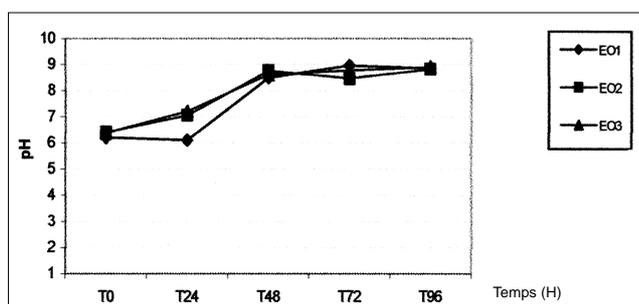


Figure 5: Evolution du pH au cours de la fermentation.

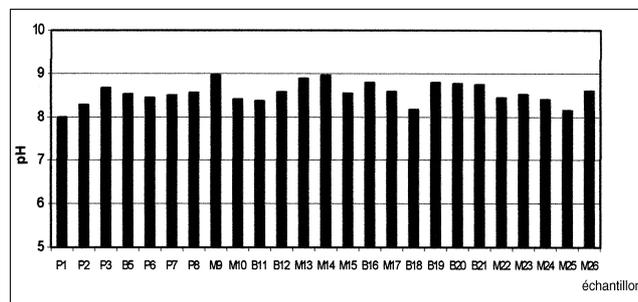


Figure 6: pH des échantillons.

2.6 Elimination des composés cyanogéniques

Les variations de la concentration de composés cyanogéniques au cours de la fermentation et de la cuisson des feuilles fermentées sont présentées à la figure 7. La teneur de ces composés passe de 1158 à 339,6 mg/kg, soit une baisse de 70,68% après 96 heures de fermentation. Ils disparaissent totalement des feuilles fermentées au bout de 10 minutes de cuisson (Figure 8).

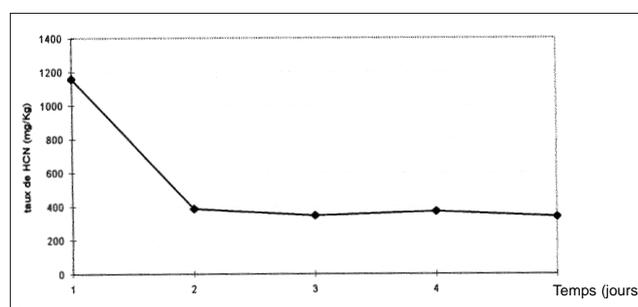


Figure 7: Variation de la teneur en acide cyanhydrique.

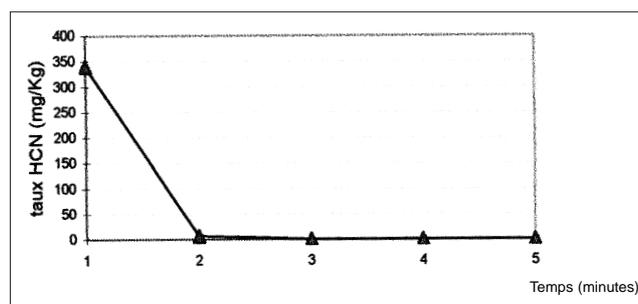


Figure 8: Variation du taux d'acide cyanhydrique.

Discussion

Le processus de transformation des feuilles de manioc est exothermique, il conduit à une augmentation de la température entre 7 et 14 °C. Ce processus est lié à l'évolution de micro-organismes naturels des feuilles fraîches, comme dans le cas d'autres produits alimentaires fermentés d'origine végétale comme le «sumbala» et le «dawadawa» (6, 27).

La microflore est quantitativement abondante et particulièrement variée. Elle comprend des micro-organismes couramment rencontrés dans les produits végétaux fermentés (6, 20) mais aussi des espèces inhabituelles telles *Micrococcus varians*, *Bacillus*

macerans, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus sciuri* et *S. xylosum* (10).

En revanche, les souches de *Leuconostoc*, particulièrement *Leuconostoc mesenteroides*, reconnues essentielles au cours de la phase initiale de la fermentation des composés d'origine végétale (13, 15), et les levures jouant un rôle important dans la fermentation des sucres résiduels sont absentes, sans nul doute à cause du pH très élevé du produit final. En effet, la production du «ntoba-mbodi» s'accompagne d'une alcalinisation importante (pH 8,89), caractéristique que l'on retrouve dans d'autres produits fermentés comme le dawadawa (pH 8,6), le ugba (pH 8,7), l'iru (pH 7,9), l'ogiri (pH 7,9), le natto (pH 8,4) (27).

Cette augmentation du pH, facteur déterminant dans la compétition microbienne, explique en outre la cinétique d'évolution de la microflore du ntoba-mbodi, laquelle diffère de celle des fermentations d'autres composés d'origine végétale. En effet, dans la fermentation des feuilles de manioc, le développement de la microflore non lactique est plus important que celui de la microflore lactique.

Effectivement avec des pH optima de croissance de 5,5 à 6,2 pour les lactobacilles, de 5,5 à 6,5 pour les pédiocoques et de 6,3 à 6,5 pour les lactocoques et leuconostoc (10, 13, 15, 19), l'aptitude des bactéries lactiques à poursuivre la croissance ne peut être qu'inhibée par le pH du milieu dont les valeurs maximales sont comprises entre 8 et 9. De ce fait, les bactéries lactiques ne paraissent pas essentielles mais, peuvent contribuer, à travers leurs métabolites, à certaines des qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit fini.

Les micro-organismes susceptibles de jouer par contre un rôle significatif dans cette transformation, seraient essentiellement – *Bacillus macerans*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *Staphylococcus xylosum* et *Erwinia* spp. Ces micro-organismes sont producteurs d'un fort arsenal d'enzymes pectinolytiques dont les pH optima d'activité, compris entre 8 et 8,50 (28), se situent dans l'intervalle des pH du milieu de fermentation des feuilles de manioc. Ces enzymes, en dégradant les pectines constituants essentiels de la lamelle moyenne des tissus, favorisent le ramollissement observé des feuilles de manioc (22, 25) et améliorent

ainsi la digestibilité de la matière organique végétale. Par ailleurs, *B. pumilus*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. amyloliquefaciens*, *B. polymixa* seraient responsables, par leur activité très protéolytique, à l'origine de l'augmentation du pH par les ions ammonium résultant de la désamination des acides aminés libérés lors de la dégradation des protéines et peptides (27).

En comparaison aux techniques classiques de blanchiment et de cuisson à la vapeur ou au séchage au soleil qui permet d'éliminer 82 à 94% de composés cyanogéniques (12), la fermentation des feuilles de manioc peut être considérée comme un procédé efficace avec 70,68% d'élimination de ces composés.

La transformation des feuilles de manioc en «ntoba mbodi», comme la production d'autres produits fermentés dans lesquels une fermentation alcalinisante est mise en œuvre (27, 29) ne dure que 4 jours alors que la fermentation est beaucoup plus longue pour d'autres produits fermentés d'origine végétale: 14 jours environ pour les soja, betteraves, concombres, tomates; 30 jours environ pour les carottes (9); 60 à 90 voire 120 jours pour la choucroute ou le kimchi coréen (17). Au-delà de 4 jours, il se produit une altération significative du ntoba mbodi, contrairement à ce qui est observé dans les aliments fermentés d'origine végétale qui subissent une fermentation lactique acidifiante (1).

Ainsi, pour améliorer la qualité microbiologique du «ntoba mbodi» et assurer sa conservation, l'emploi de certains facteurs physico-chimiques comme le chlorure de sodium peut être envisagé. Ce facteur, en affectant la vitesse de croissance des différents micro-organismes et leur séquence d'apparition, influence la qualité du produit final. Des aliments comme la choucroute (14), les concombres et les olives en Europe, le kimchi en Corée, ont été obtenus dans ces conditions avec des concentrations en chlorure de sodium de 5 à 8% pour les concombres et les olives; 2,2 à 2,8% pour la choucroute et 3% pour le kimchi.

Les remerciements

Les auteurs remercient l'Université des Nations Unies (UNU), et l'Unesco pour le financement de cette étude.

Références bibliographiques

1. Beal C., Deschamps N., Juillard V., De Roissart H., Richard J. & Sarau B., 1994, Cinétiques de croissance et d'acidification des bactéries lactiques. In: Bactéries lactiques, Tome 1. H. De Roissart et Luquet F.M. (Coordonnateurs.), Loriga (Ed.), Uriage-France., 367-401.
2. Bertheau Y., Maggidi-Hervan E., Kotoujansky A., Nguyen-The C., Andro T. & Coleno A., 1984, Detection of depolymerase isoenzymes after electrophoresis electrofocusing or in titration curve. Anal. Biochem. 139, 383-389.
3. Collins C.H. & Lyne P.M., 1979, Microbiological methods (4th edn.), Butterworths (London).
4. Cooke R.D., 1978, An enzymatic assay for the total cyanide content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). J. Sc. Food Agric. 29, 345-352.
5. Cooke R.D., De La Cruz & Elba M., 1982, The change in cyanide content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) tissues. J. Sci. Food Agric. 33, 269-275.
6. EtcHELLS J.L., Fleming H.P. & Bell T.A. 1975, Factors influencing the growth of lactic acid bacteria during brine fermentation of cucumbers. In: Lactic acids bacteria in beverages and food (Eds Carr J.G., Cutting C. V. and Whiting G. C.), 281-305. Academic Press, New York.
7. Fleming H.P., 1982, Fermented Vegetables. In: Economic microbiology. Fermented foods (Ed. Rose A. H.), 227-258. New York, Academic Press.
8. Fleming H.P., McFeeters R.F., Thompson R.L. & Sanders D.C., 1983, Storage stability of vegetables fermented with pH control. J. Food Sci. 48, 975-981.

9. Fleming H.P., McFeeters R.F. & Thompson R. L., 1983, Test for susceptibility of fermented vegetables to secondary fermentation. *J. Food Sci.* 48, 982-983.
10. Garvie E.I., 1986, *in: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 7, Eds P.H.A Sneath *et al.*; Williams et Wilkins, Baltimore, 1071-1075.
11. Giraud E., 1993, Contribution à l'étude physiologique et enzymologique d'une nouvelle souche de *Lactobacillus plantarum* amyolytique isolée du manioc fermenté. Thèse de Biologie Cellulaire, Microbiologie, Université de Provence, Aix-Marseille I.
12. Gomez G. & Valdivieso M., 1985, Cassava foliage: chemical composition, cyanide content and effect of drying on cyanide elimination. *J. Sci. Food Agric.* 36, 433-441.
13. Hardie J.M., 1986, *in: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 7, Eds P.H.A Sneath *et al.*; Williams et Wilkins, Baltimore, 1068.
14. Hubert J.C. & Dupuy P., 1994, Conservation des fruits et des légumes. *In: Bactéries lactiques*, tome II. H. de Roissart et Luquet F.M. (Coordonnateurs), Loriga (éd.), Uriage-France. 233-244.
15. Kandler O. & Weiss N., 1986, *in: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 2, Eds P.H.A Sneath *et al.*; Williams et Wilkins, Baltimore. 1209.
16. Kéléké S., 1996, Le rouissage de manioc: contribution à l'étude du phénomène de ramollissement des racines de manioc. Thèse, 148 pages. Université de Paris XII Val de Marne.
17. Mheen T., Lee K., Chang C. & Lee S., 1983, Korean kimchi and related vegetable fermentations. *In: Handbook of indigenous fermented foods*, K.H. Steinkraus (Ed.), M. Dekker, New York, 114-118.
18. Mukherjee S.K., Chaudhuri D.R. & Gangopadhyay H., 1983, Studies on sauerkraut as a fermented food of India. *In: K.H. Steinkraus (ed.)*, Handbook of indigenous fermented foods, M. Dekker, New York, 109-114.
19. Mundt J.O., 1986, *in: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 7, Eds P.H.A Sneath *et al.*; Williams et Wilkins, Baltimore, 1063-1065.
20. Pederson C.S. 1960, Sauerkraut, *in: Advances in food research*, Eds Chichester C.O., Mrak E.M. & Stewart G.F., 10, 233-291. Academic Press, New York.
21. Pederson C.S. & Albury M.N., 1983, Control of fermentation. *In: K.H. Steinkraus (ed.)*, Handbook of indigenous fermented foods, M. Dekker, New York, 102-108.
22. Peter H.A.S., 1986, Endospore-forming gram-positive rods and cocci. *In: Peter H.A.S., Nicholas S.M., Sharpe Elisabeth M., (eds) Bergey's manual of systematic Bacteriology*, volume 7, Williams et Wilkins, Baltimore, 1104-1207.
23. Rogers D.J. & Milner M., 1963, Amino acid profile of manioc leaf protein in relation to nutritive value. *Econ. Bot.* 17, 211-216.
24. Ross E. & Enriquez F.O., 1969, The nutritive value of cassava leaf meal. *Poult. Sci.* 48, 846-853.
25. Schleifer K.H., 1986, Gram-positive cocci. *In: Peter H.A.S., Nicholas S. M., Sharpe Elisabeth M., (eds) Bergey's manual of systematic Bacteriology*, vol. 7. Williams et Wilkins, Baltimore, 999-1103.
26. Smith N.R., Gordon R.E., Clark F.C., 1946, Aerobic mesophilic spore-forming bacteria. US Dept. Agr. Publi. 559.
27. Steinkraus K.H., 1984, African alkaline fermented foods and their relation to similar food in other parts of world. *In: Traditional African foods – Quality and Nutrition*, 87-91.
28. Thibault J.F., 1983, Etude structurale des substances pectines à l'aide d'une endopolygalacturonase d'*aspergillus*: Purification, propriétés et possibilités d'utilisation de cette enzyme. Thèse Doctorat d'Etat, Université de Nantes (France).
29. Wong P.P.W. & Jackson H., 1983, Chinese hum choy. *In: Handbook of indigenous fermented foods*, K.H. Steinkraus (Ed.), M. Dekker, New York, 118-119.

D. Louembé, Congolais, Docteur d'Etat Microbiologique, Professeur de Microbiologie, Université Marien Ngouabi, Congo- Brazzaville.

S.C. Kobawila, Congolais, Docteur 3^e cycle Biochimie, Maître Assistant Biochimie, Université Marien Ngouabi, Congo- Brazzaville.

Gisèle Bouanga Kalou, Congolais, Docteur 3^e cycle Biochimie Microbiologique, Maître Assistant Biochimie, Université Marien Ngouabi, Congo- Brazzaville.

S. Kéléké, Congolais, Thèse Unique Microbiologie, Chargé de Recherche Microbiologie DGRST, Congo- Brazzaville.

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

Etude du comportement et des performances de huit lignées hybrides de riz pluvial à cycle moyen sélectionnées à Yangambi

K.M. Kasongo², M.J. Walangululu¹, K.M. Bantodisa², B. Likoko² & K. Mbuya²

Keywords: Upland rice- Lines- Productivity- Grain quality- Pyriculariosis- Rynchosporiosis- Laying- Yangambi

Résumé

Huit lignées de riz pluvial sélectionnées à Yangambi à l'issue des essais de triage préliminaire ont été étudiées en vue d'identifier les plus performantes pour faire l'objet de variétés de culture.

Le rendement et ses composantes, les caractéristiques granulométriques, la translucidité de l'albumen, et la résistance à la verse et à deux principales maladies (pyriculariose et rynchosporiose) ont été les critères de séparation des lignées. Les résultats ont montré que quatre lignées, parmi lesquelles une pubescente et trois glabres, ont donné un rendement supérieur ou égal à 3 tonnes/ha, conséquence d'une bonne expression d'au moins deux caractères génétiques liés à la productivité, et ont présenté des caractéristiques granulométriques intéressantes, une bonne translucidité de l'albumen et une bonne résistance aux principales maladies et à la verse. De ce fait, elles ont été retenues comme variétés de culture.

Summary

Behaviour and Performance of Eight Lines of Rainfed Rice Selected at Yangambi

Eight lines of upland rice selected after preliminary trials in Yangambi were studied in order to identify the most impressive, which could be used as cultivated varieties.

Yield and yield components, grain quality (granular characteristics and translucency of albumen) and the reaction to laying and to most common diseases (pyriculariosis and rynchosporiosis) were criteria of separation.

Results revealed that four lines (one pubescent and three non-pubescent) showed high yield (equal to or higher than 3 tons/ha), consequence of good expression of two genetic characteristics linked to yield. These lines presented also good albumen translucency and good resistance to common rice diseases and laying. Therefore they can be selected as cultivated varieties.

Introduction

En République Démocratique du Congo (R.D.C.), la culture du riz, en particulier du riz pluvial, revêt une importance capitale. La production, essentiellement paysanne, ne couvre pas les besoins sans cesse croissants de la demande. En effet, en 1992, la R.D.C. a consommé 500.000 tonnes de riz dont 150.000 tonnes provenant de l'importation (3).

Les cultigènes de plus en plus utilisés par les agriculteurs, victimes de contraintes biotiques et abiotiques, sont actuellement menacés d'érosion génétique. C'est ainsi que l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (I.N.E.R.A.), par le biais de son Programme National de Recherches sur le Riz (P.N.R.R.) a entrepris depuis 1987 la promotion de la culture du riz par l'amélioration aussi bien du rendement que de la qualité des variétés cultivées. Des croisements interspécifiques ont depuis lieu entre les variétés d'origine locale (R66 et OS6) et les meilleures introductions (IRAT 2 & IRAT 13) susceptibles de leur conférer des qualités qui leur font défaut (11).

La sélection des descendance a abouti à l'identification de 20 familles hybrides homogènes pour les

essais de triage préliminaire; à l'issue des croisements, huit lignées de riz pluvial prometteuses à cycle moyen, et de rendement variant de 2,5 à 3 tonnes par hectare, ont été retenues pour le deuxième cycle d'essais comparatifs.

Dans la poursuite de ce projet, une étude sur le comportement au champ, la productivité et la qualité du grain de ces huit lignées a été entreprise à Yangambi en deux saisons, en vue d'identifier les plus performantes; ceci constitue l'objectif de ce travail.

Matériel et méthodes

L'expérimentation a été conduite sur le site expérimental du Programme National de Recherches sur le Riz (P.N.R.R.) de l'I.N.E.R.A. à Yangambi; le site est situé dans le territoire d'Isangi, District de la Tshopo, Province Orientale, en R.D.C., à 12 km du bureau du Centre de recherches de l'I.N.E.R.A. et a comme coordonnées géographiques 24° 29' de longitude Est, 0° 48' de latitude Nord et 470 m d'altitude (5). Selon Gilson *et al.* (4), le climat de Yangambi appartient au type Af de Köppen et à la classe B de Thornthwaite.

¹ Institut Facultaire des Sciences Agronomiques (I.F.A.) de Yangambi à Kisangani. B.P. 1232, Kisangani, République Démocratique du Congo. E-mail: walangululu@yahoo.fr - walangululu@hotmail.com

Adresse actuelle: Université Catholique de Bukavu (U.C.B.) – B.P. 2 Cyangugu – Rwanda.

² Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, B.P. 2015, Kisangani, République Démocratique du Congo.

Reçu le 09.02.00. et accepté pour publication le 20.12.02.

Au cours des deux saisons culturales de l'expérience 680,3 mm de pluies ont été enregistrées en 17 jours par mois en moyenne. La somme de températures et l'insolation mensuelle moyenne ont été de 29,22 °C et 54,6% respectivement. Le riz a bénéficié de pluviosités suffisantes, soit 30,3 mm d'excédent, comparativement à ses besoins en eau théoriques estimés à 605 mm (10). Ces pluies ont été bien réparties et la grande quantité d'eau (214 mm en moyenne) a été enregistrée pendant la phase critique (de l'épiaison au stade de grains laiteux), au mois de juillet.

Les besoins du riz en chaleur et en insolation n'ont cependant pas été couverts; en effet, le riz exige une somme de températures de 3000 à 3500 °C et une insolation d'au moins 60% (1).

Du point de vue de la végétation, la région de Yangambi est couverte par une forêt ombrophile sempervirente (4). Le champ expérimental était installé dans une jachère herbeuse d'environ six ans, colonisée par une végétation à prédominance de graminées et de légumineuses herbacées.

Le sol du champ d'essai est un ferralsol appartenant à la série Y1 de la classification de l'INEAC, de fertilité faible à moyenne, assez favorable à la culture du riz (4, 7).

Huit variétés de riz pluvial de cycle moyen: PR 42-33-13-17-1, PR 42-44-7-8-1, PR 42-44-7-8-2-1, PR 42-44-7-56-1, PR 42-44-7-56-2, PR 42-44-8-44-1, PR 55-3-1-18-3 et PR 55-5-2-17-16 ont été comparées à deux témoins locaux à cycle moyen R66 et RY1 (IRAT 2) respectivement pour la qualité du grain et le rendement. Les huit variétés ont été sélectionnées dans les descendance d'un croisement simple des variétés RY1 x OS6, désigné PR 42 et d'un rétrocroisement simple d'un hybride F1 sur un des parents des variétés (OS6 x RY7) x OS6, désigné PR 55.

Le dispositif expérimental adopté est celui de blocs aléatoires complets avec quatre répétitions et dix traitements, les parcelles élémentaires ayant 18 m² de superficie. Deux blocs consécutifs étaient séparés par une allée de 1 m, tandis que deux parcelles consécutives étaient distantes de 0,50 m.

Le semis a été effectué le 3 mai 1995 et le 2 mai 1996, respectivement pour la première et la deuxième campagne, en poquets de quatre ou cinq grains, poquets distants de 30 x 20 cm.

Le rendement, la qualité du grain et la résistance à la verse et à deux principales maladies du riz que sont la pyriculariose et la rynchosporiose ont été les paramètres étudiés. Les composantes du rendement ont été le nombre de panicules par m², la longueur d'une panicule, le nombre de grains par panicule, le poids de 1000 grains et la production parcellaire de grains secs.

La qualité des grains a porté sur les caractéristiques granulométriques et la translucidité de l'albumen; cette dernière a été établie sur base d'une échelle dite échelle de translucidité, basée sur l'importance du ventre blanc à laquelle on attribue un coefficient dégressif de 1 à 0 en fonction de sa surface par rapport à la section transversale du grain (3).

La réaction à la pyriculariose a été observée aux stades tallage, élongation de la tige, grains pâteux et grains matures, tandis que celle de la rynchosporiose a été observée aux stades épiaison et grains pâteux. La cotation de ces deux maladies a été faite au moyen du système d'évaluation standard pour le riz établi par l'Institut International de Recherche sur le Riz de Philippines (I.R.R.I.), utilisant des échelles descriptives de 0 à 9, comportant dix et six classes, respectivement pour la pyriculariose et la rynchosporiose (9). Le comportement face à la verse a été observé aux stades grains laiteux et matures suivant une échelle de cotation de cinq classes (1-9) du système d'évaluation standard pour le riz (9).

L'analyse statistique des résultats a été appliquée à la moyenne des résultats de deux campagnes culturales 1995 et 1996 et les moyennes ont été comparées à l'aide du test de Duncan.

Résultats et discussion

1. Productivité

Les résultats des observations sur la productivité figurent au tableau 1.

Tableau 1
Rendement (kg/ha) et moyennes des composantes de rendement observés pour les huit lignées sélectionnées et les deux témoins au cours des campagnes culturales 1995 et 1996

Traitements		Composantes du rendement				
Désignation	Variétés	Nombre de panicules par m ²	Longueur d'une panicule par cm	Nombre de grains par panicule	Poids de mille grains en grammes	Rendement (kg/ha)
T1	PR 42-33-13-17-1	144,5±7,5 e*	20,8±0,3 d*	148,0±7,0 b*	33,4±0,1 e*	2168,5±50,5 d*
T2	PR 42-44-7-8-1	155,5±3,5 c	23,0 ±0,8 c	139,0±2,0 b	33,6±0,6 de	2600,5±35,2 bc
T3	PR 42-44-7-8-2-1	158,0±5,0 c	22,3±0,4 cd	128,0±1,6 c	35,1±0,1 c	2473,5±32,5 cd
T4	PR 42-44-7-56-1	158,5±5,5 c	25,5±0,4 b	150,0±4,0 b	37,0±0,1 b	2816,5±3,4 b
T5	PR 42-44-7-56-2	172,5±5,5 b	28,0±0,7 a	180,0±7,5 a	39,3±0,1 a	3330,8±30,5 a
T6	PR 42-44-8-44-1	185,3±1,7 a	25,5±0,1 b	135,0±0,9 bc	35,4±0,2 a	2952,3±50,5 ab
T7	PR 55-3-1-18-3	155,0±4,0 cd	25,5±0,2 b	176,0±3,5 a	35,0±0,1 cd	3027,5±50,3 a
T8	PR 55-5-2-17-16	163,8±1,6 c	25,5±0,5 b	179,0±2,0 a	37,0±0,1 b	3172,3±22,5 a
T9	R66	153,0±2,0 de	23,5±0,4 bc	133,0±0,7 c	31,6±0,4 f	2099,0±44,5 d
T10	RY 1	179,5±8,5 ab	23,8±0,9 b	129,0±4,0 c	37,8±0,1 b	3067,3±105,5 a

*Au sein d'une colonne, les nombres suivis de mêmes lettres ne présentent pas de différences significatives au seuil de probabilité 5%.

Le nombre de panicules par m² des différents traitements varie de 144,5 à 185,3. Pour ce paramètre, les lignées T5 et T6 sont comparables au témoin productif T10 et supérieures à toutes les autres lignées. La différence du nombre de panicules par m² observées parmi les traitements est attribuable à la différence du nombre de talles productifs, un pied de riz peut produire jusqu'à 10-15 talles productifs (1). Mais un tallage très abondant détermine une maturation peu uniforme et peut être admis pour les cultures bien fertilisées, ensoleillées et irriguées. Sur les sols à faible fertilité, dans un climat aléatoire, sans engrais, il vaut mieux augmenter la densité de semis pour déterminer un tallage réduit (2-4 talles par pied) (2).

A la densité de semis de quatre ou cinq grains par poquet, un tallage de deux talles productifs par pied permet de produire 192 à 240 panicules par m². Les différents traitements, à l'exception de T1, se classent parmi les variétés à tallage moyen (150-200 panicules par m²). Néanmoins, il est à noter que sur un terrain fertile, le témoin productif T10 produit plus de 200 panicules par m² (8). De ce fait, les traitements T6 et T5 étant comparables à ce dernier, peuvent aussi, en sol fertile, produire plus de 200 panicules par m² et se classer parmi les variétés à tallage intense.

La longueur des panicules oscille entre 20,8 et 28 cm pour l'ensemble des traitements. La lignée T5 produit des panicules de longueur supérieure à celle des autres lignées, parmi lesquelles le témoin productif T10, tandis que les autres lignées T4, T6, T7 et T8 sont comparables à ce dernier. La longueur d'une panicule de riz mesure en général de 15 à 50 cm, la moyenne étant de 20 à 24 cm (12). Les lignées T4, T5, T6, T7 et T8 produisent des panicules longues et les variétés T10 et T9, ainsi que les lignées T2, T3 et T1 des panicules moyennement longues, à savoir des panicules de longueur comprise respectivement entre 25 et 30 cm et 20 et 24 cm (1).

Le nombre de grains par panicule des traitements varie de 128 à 180. Les lignées T5, T8, T7, T4, T1 et

T2 sont supérieures aux deux témoins, tandis que les lignées T6 et T3 sont comparables à ceux-ci. En général, le nombre de grains de riz par panicule varie de 25 à 360, avec une moyenne de 100 à 150 grains chez les variétés productives (1). Les grains sont souvent moins nombreux chez les variétés à panicules longues qui sont par conséquent moins denses. Les lignées T5, T8 et T7 par contre, avec des moyennes respectives de 180, 179 et 176 grains par panicule, produisent des panicules denses.

La masse mille grains des différents traitements varie de 31,6 à 39,3 g. La lignée T5 est supérieure à toutes les autres lignées pour la masse mille grains, dont le témoin productif T10, tandis que les lignées T4 et T8 sont comparables à ce dernier, et supérieures au reste des lignées. Toutes les lignées sélectionnées ont enregistré un poids de mille grains qui varie de 30 à plus de 48 g. On considère le poids de 32 g comme le minimum exigé pour une bonne productivité (1). De ce fait, pour ce paramètre, les lignées sélectionnées sont toutes de bonne productivité.

Le rendement varie de 2099,0 à 3380,8 kg par ha pour l'ensemble des traitements étudiés. Les lignées T5, T8, T7 et T6, avec respectivement 3330,8; 3172,3; 3027,5 et 2952,3 kg par ha, sont comparables au témoin productif T10 (3067,3 kg par ha) et supérieures au reste des traitements, dont le témoin de qualité T9.

Les lignées T5, T8, T7 et T6 ont répondu à l'objectif fixé, à savoir un rendement moyen supérieur ou égal à 3 t par ha. Leur niveau de rendement se justifie par la combinaison dans leurs génotypes des caractères génétiques liés à la productivité des parents comme l'illustre le tableau 1.

2. Qualité du grain de riz

Les résultats d'analyse des caractéristiques granulométriques et des observations sur la translucidité de l'albumen sont réunis dans le tableau 2.

Tableau 2
Caractéristiques granulométriques et translucidité de l'albumen du grain des différents traitements

Traitements		Caractéristiques granulométriques			
Variétés	Désignation	Longueur (mm)	Rapport Longueur/largeur	Rapport largeur/épaisseur	Translucidité (%)
PR 42-33-13-17-1	T1	9,56±0,01 e*	3,40±0,001 a *	1,36±0,02 c*	57,6±0,01 d*
PR 42-44-7-8-1	T2	9,89±0,01 b	3,36±0,001 d	1,44±0,01 b	61,0±0,2 c
PR 42-44-7-8-2-1	T3	9,41±0,01 f	2,96±0,001 f	1,53±0,01 a	57,2±0,3 de
PR 42-44-7-56-1	T4	9,74±0,01 d	3,06±0,01 de	1,57±0,01 a	50,9±0,1 f
PR 42-44-7-56-2	T5	9,96±0,01 a	3,17±0,001 bc	1,52±0,01 a	63,4±0,1 b
PR 42-44-8-44-1	T6	9,69±0,01 d	3,12±0,01 cd	1,53±0,01 a	55,4±0,1 e
PR 55-3-1-18-3	T7	9,69±0,01 d	3,35±0,05 a	1,42±0,02 bc	62,5±0,5 c
PR 55-5-2-17-16	T8	9,60±0,04 e	3,04±0,01 e	1,49±0,01 ab	60,5±0,1 c
R66	T9	9,15±0,03 g	3,21±0,01 b	1,38±0,01 c	81,8±0,1 a
RY1	T10	9,81±0,01 c	3,17±0,01 bc	1,44±0,01 b	57,8±0,1 d

*Au sein d'une même colonne, les nombres suivis des mêmes lettres ne présentent pas de différence significative au seuil de probabilité de 5%.

La longueur moyenne du grain de riz pour l'ensemble des traitements varie de 9,15 à 9,96 mm. Les lignées sélectionnées et leur témoin productif RY1 sont supérieurs au témoin de qualité R66 pour ce paramètre.

Selon le système standard d'évaluation du riz (9), le riz est considéré comme étant de qualité lorsque ses grains ont une longueur supérieure à 9 mm. En conséquence, les lignées sélectionnées produisant des grains de longueur largement supérieure à 9 mm (9,41 - 9,46) répondent à ce critère.

Hormis T3 où le rapport entre la longueur et la largeur du grain (L/l) est supérieur à 2,97, tous les autres ont enregistré des rapports L/l supérieurs à 3, compris entre 3,04 et 3,40. Les traitements T1, T2 et T7 sont supérieurs au témoin de qualité T9 pour le rapport L/l; les traitements T10 et T5 sont comparables à ce dernier et les traitements T6, T4, T8 et T3 sont inférieurs à celui-ci. Le rapport L/l définit le format du grain. La longueur et la largeur des grains, comme celles du caryopse, sont sujettes à de larges variations à l'intérieur d'une même panicule et également en fonction des conditions de culture; par contre le format est plus stable. Le rapport L/l plus grand ou égal à 3 définit le format mince, caractéristique de longs grains, tandis que le rapport L/l compris entre 2,4 et 3 définit le format moyen (1). De ce fait, la lignée T3 présente un format moyen, tandis que toutes les autres lignées présentent le format mince. Selon toujours le système standard d'évaluation du riz (9), on considère les variétés de riz dont les rapports des grains sont compris entre 3,0 et 3,5 comme une bonne caractéristique granulométrique. Plus le rapport L/l est grand, mieux son format est apprécié.

Les rapports longueur sur épaisseur (l/é) obtenus par les différents traitements sont supérieurs à 1 et compris entre 1,36 et 1,57. Les traitements T4, T3, T5, T6, T8, T2 et T10 présentent des rapports l/é supérieurs au témoin de qualité T9, tandis que les traitements T1 et T7 sont comparables à celui-ci pour le dit rapport. Le rapport l/é définit aussi le format du grain. Le rapport l/é d'un paddy de bonne qualité doit être égal à

± 1 (9). Donc seules les lignées sélectionnées T1, T7, T2, et dans une moindre mesure la lignée T8 peuvent être retenues comme riz de qualité en fonction de ce critère.

Les lignées sélectionnées dont le paddy répond aux normes de bonnes caractéristiques granulométriques, à savoir $L > 9$ mm, $L/l \geq 3$ et $l/\epsilon \pm 1$ sont les lignées T1, T2, T7 et T8. Les autres lignées, T4, T5 et T6 répondent au premier et au deuxième critères et la lignée T3 au premier critère seulement.

Les trois critères précités visent l'obtention de grains de riz longs et minces. Il est souvent difficile d'atteindre cet objectif en même temps que l'augmentation du rendement. Le rendement étant influencé aussi par le poids de 1000 grains, l'augmentation de ce dernier suppose celle de la largeur et/ou de l'épaisseur. Le rendement étant l'objectif principal, on peut considérer toutes les lignées ayant satisfait à au moins deux de ces critères, dont la longueur (T5, T6, T7 et T8), comme de bonnes caractéristiques granulométriques.

Le taux de translucidité inscrit au tableau 2 s'élève de 50,9 à 81,8%. Les lignées sélectionnées ainsi que le témoin productif T10 présentent des taux de translucidité inférieurs à celui du témoin de qualité T9 (81,8%).

Dobelman (3) estime, pour le riz de luxe, qu'une translucidité comprise entre 65 et 90% est excellente, la moyenne étant comprise entre 50 et 65, et au-dessous de 50% comme mauvaise. Alors, toutes les lignées sélectionnées présentent des taux de translucidité moyens.

Pour l'ensemble des paramètres étudiés en rapport avec la qualité des grains, les lignées sélectionnées T1, T2, T7, T8, T5 et T6 se sont révélées intéressantes et peuvent être retenues pour la qualité de leurs grains.

3. Résistance aux principales maladies et à la verse

Les résultats sur les réactions aux principales maladies et à la verse sont consignés dans le tableau 3.

Tableau 3
Réactions aux principales maladies et à la verse

Traitements		Principales maladies		Verse
Variétés	Désignation	Pyriculariose	Rhynchosporiose	
PR 42-33-13-17-1	T1	3	1	1
PR 42-44-7-8-1	T2	3	1	1
PR 42-44-7-8-2-1	T3	3	1	1
PR 42-44-7-56-1	T4	3	1	1
PR 42-44-7-56-2	T5	3	1	1
PR 42-44-8-44-1	T6	3	1	1
PR 55-3-1-18-3	T7	3	1	1
PR 55-5-2-17-16	T8	3	1	1
R66	T9	3	1	1
RY1	T10	3	1	1

Il ressort du tableau 3 que tous les traitements ont été cotés 1 pour leur réaction à la rhynchosporiose et à la verse et 3 pour leur réaction à la pyriculariose.

Sur base des échelles de cotation appropriées à ces paramètres, ces cotes montrent que tous les traitements ont exprimé une résistance stable à la rhynchosporiose et à la verse et moyennement stable à la pyriculariose (9).

En résumé, les résultats obtenus ont montré que quatre lignées (une pubescente, PR 42-44-7-56-2, et trois glabres, PR 55-5-2-17-16, PR 55-3-1-18-3 et PR 42-44-8-44-1) donnent des rendements supérieurs ou égaux à 3 t/ha et présentent des caractéristiques granulométriques intéressantes ($L > 9$ mm, $L/l > 3$), une bonne translucidité de l'albumen (translucidité $> 50\%$) et une bonne résistance aux principales

maladies (pyriculariose: cote 3 et rhynchosporiose: cote 1) et à la verse (cote 1). De ce fait ces quatre lignées sélectionnées sont retenues comme variétés de culture et comme géniteurs dans les prochains programmes d'hybridation.

Cependant, l'analyse de la teneur en amylose des grains et le test de cuisson détermineront la meilleure parmi les quatre pouvant faire l'objet de la diffusion comme variété de culture répondant aux exigences des agriculteurs du point de vue qualités culinaires.

Remerciements

L'auteur remercie les autorités de l'I.N.E.R.A. de lui avoir permis de réaliser ce travail pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures (D.E.S.) en Agronomie.

Références bibliographiques

1. Angladette A., 1966, Le riz. Techniques agricoles et productions tropicales. Maisonneuve et Larose, Paris: 930 pp.
2. Chartterjee B.N., 1972, Le tallage du riz en relation avec le rendement. Il riso. 19: p. 3.
3. Döbelmann J.P., 1976, Riziculture pratique. 1.- Riz irrigué. Techniques vivantes, ACCT, Paris: 220 pp.
4. Gilson P., Van Wambeke A. & Gutzwiller R., 1956, Carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi. 6: Yangambi. Planchette 2: Yangambi A et B, avec notice explicative. Publ. INEAC: 35 pp.
5. I.G.C., 1972, Carte routière et administrative de la Province orientale. Imprimerie offset de l'Institut Géographique du Congo.
6. I.I.T.A., 1984, Techniques d'amélioration du riz. Document présenté lors du stage sur la riziculture destiné aux chercheurs et aux cadres de vulgarisation en Afrique tropicale (3 septembre au 7 décembre 1984). I.I.T.A., Ibadan, Nigeria: 191-215.
7. I.N.E.R.A., 1978, Possibilités d'amélioration de la production vivrière dans la région du Haut-Zaïre. Publication INERA: 15 pp.
8. I.N.E.R.A., 1983, Rapport annuel 1982. Yangambi.
9. I.R.R.I., 1980, Standard evaluation system for rice. International Rice Testing Program. Manila. 2nd Edition: 34 pp.
10. Jacquot M. & Courtois B., 1983, Le riz pluvial. Le technicien d'agriculture tropicale. Maisonneuve et Larose, Paris: 134 pp.
11. Kasongo K. M., 1997, Sélection des lignées de riz pluvial à cycle moyen à Yangambi. Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures (D.E.S.) en Sciences Agronomiques à l'Institut Facultaire d'Agronomie (I.F.A.) Yangambi.
12. Moule C., 1972, Le riz. Paris.
13. P.N.R., 1993, Riz pluvial. Programme National Riz, Projet PNUD/FAO/ZAI/92/001.

K.M. Kasongo, Congolais, Ingénieur Agronome, Diplôme d'Etudes Supérieures en Agronomie, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique, B.P. 2015, Kisangani, R.D.C.

M. Walangululu, Congolais, Docteur en Sciences Agronomiques, Professeur à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi à Kisangani, B.P. 1232, Kisangani, R.D.C.

K.M. Bantodisa, Congolais, Ingénieur Agronome, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique, B.P. 2015, Kisangani, R.D.C.

B. Likoko, Congolais, Ingénieur Agronome, Master of Science, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique, B.P. 2015, Kisangani, R.D.C.

K. Mbuya, Congolais, Ingénieur Agronome, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique, B.P. 2015, Kisangani, R.D.C.

Effect of Sowing Date on Anthracnose of Sorghum in the Nigerian Sudan Savanna

P.S. Marley¹ & O. Ajayi²

Keywords: Foliar- Panicle anthracnose- Integration

Summary

The effect of different sowing dates on anthracnose using ICSV 247, a midge resistant cultivar was investigated under field conditions in 1995 and 1996 at Bagauda, Nigeria. Early planting in June and July had higher disease i.e. foliar and panicle anthracnose incidence than the late July and August sowings. Although there was a significant correlation between higher relative humidity for the early sowings and disease severity, the June and early July sowings gave higher yields (although with high mould severity) than later sowing dates. Results indicate that the use of sowing date as a measure for control of anthracnose on sorghum will only be meaningful when farmers integrate it with other control measures including the use of resistant varieties. Based on this data, the need for careful adoption of ICSV 247 in highly midge infested areas of the Sudan savanna is highlighted.

Résumé

L'effet des dates de semis sur l'antracnose du sorgho dans la zone soudanienne du Nigeria

L'effet de la date de semis sur l'antracnose a été évalué au champ en utilisant la variété ICSV 247 en 1995 et 1996 à Bagauda, Nigeria. L'incidence de la maladie était plus importante pour les plantes semées précocement en juin et juillet que celles des plantes semées plus tard, c'est-à-dire fin juillet et en août. Bien qu'il y ait une corrélation entre l'humidité relative et l'incidence de la maladie, les plantes des semis précoces ont donné un meilleur rendement en grains par rapport aux plantes semées tardivement. Les résultats obtenus montrent que les dates de semis peuvent constituer un facteur de lutte contre l'antracnose du sorgho. Elles ne peuvent toutefois être efficaces que lorsqu'elles sont intégrées aux autres moyens de lutte tel que l'utilisation des variétés résistantes dont la variété ICSV 247.

Introduction

Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) is one of the most important cereal crops in Nigeria, where it is cultivated during the wet season i.e. May to October with an estimated total production of 8.5 million tones (12). It is produced primarily for human consumption. However, over 600,000 tones is utilized in the industrial production of livestock feed, alcoholic and non-alcoholic beverages, and sweeteners (20).

Sorghum cultivation in this area suffers from various abiotic and biotic constraints (18, 21), however, anthracnose of sorghum caused by *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson (syn.= *C. sublineolum*) is the most important foliar disease (3). It is reported to be most predominant in the Sudan and northern Guinea savanna zones of Nigeria (23) where six physiological races have been identified (5, 15). Further, a report (9) indicates, that panicle anthracnose is now commonly observed on farmers' fields in Nigeria. This underscores the need for the determination of the role of sowing date on the disease as grain anthracnose is reported to be part of the complex of fungi causing grain mould of sorghum in Nigeria (10, 11). Disease management in the past has depended on planting of resistant varieties of which some have been identified, developed and released to farmers in Nigeria (16, 17) and the possible use of fungicides (2) especially

where breeder seed materials are involved. Attempts at integrated management of sorghum foliar diseases using various agronomic practices have not been reported for Nigeria while for other important cereals e.g. maize, there have been attempts in this direction (22).

This paper reports results of experiments performed to determine the effect of sowing date on anthracnose, using a cultivar identified to be resistant to sorghum midge and targeted at farmers in the Sudan ecology that suffer up to 25 to 50% yield loss (13, 18) as a result of midge infestation.

Material and methods

Trials were established at International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Bagauda field station, Kano, Nigeria, (11° 39'N 08° 27'E) in 1995 and 1996. Each site was harrowed twice and ridged 75 cm apart. Split application of fertilizer with 64 kg, 30 kg P and 30 kg K/ha of NPK (20:10:10) was applied. Half of N and all of P and K were applied at harrowing, while the second application of N occurred four weeks later.

Sorghum variety ICSV 247 (photo-insensitive, mature in 110-120 days resistant to sorghum midge, susceptible to anthracnose) was planted on six dates: 17, 24

¹ Department of Crop Protection, Institute for Agricultural Research/Faculty of Agriculture, Ahmadu Bello University Samaru, Zaria, Nigeria.

² International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Bagauda, Kano, Nigeria.

Received on 12.02.01. and accepted for publication on 10.03.03.

and 31 July; 7, 14 and 21 August in 1995 and on 25 June, 2, 9, 16, 23 and 30 July, in 1996. Seeds were sown in 5 m plots, 30 cm apart on 10 ridges and thinned to two plants per hill, four weeks after emergence. The experiment was designed as a randomised complete block design with two replications. At 14 days after sowing 10 plants/plot were each tagged for disease assessment. Appearance of the disease on leaves was noted. When plants were physiologically mature, peduncle, grain and total panicle anthracnose symptoms were recorded.

Foliar, peduncle and grain anthracnose were determined using a visual rating scale as described by

Marley *et al.* (15, 26) and shown in table 1. At harvest, total grain yield, was recorded in 1995 and 1996.

Data obtained were subjected to analysis of variance using SAS General Linear Model procedures (25) and least significant differences were calculated between treatments. Correlation analysis of combined results during the two seasons was carried out to determine the degree of association between foliar, peduncle and grain anthracnose, rainfall, relative humidity and grain yield.

Table 1
Visual rating scales used to assess foliar, peduncle and panicle anthracnose severity on sorghum, Bagauda, Nigeria in 1996 and 1997

Scale	Anthracnose severity		
	Foliar	Peduncle	Grain
1	No disease	No infection	No infection
2	1 - 5% of total leaf area diseased	1 - 5% peduncle damaged	< 5% grain damaged
3	6 - 10% of total leaf area diseased	6 - 10% peduncle damaged	6 - 10% grain damaged
4	11 - 20% of total leaf area diseased	11 - 20% peduncle damaged	11 - 20% grain damaged
5	21 - 30% of total leaf area diseased	21 - 30% peduncle damaged	21 - 30% grain damaged
6	31 - 40% of total leaf area diseased	31 - 40% peduncle damaged	31 - 40% grain damaged
7	41 - 50% of total leaf area diseased	41 - 50% peduncle damaged	41 - 50% grain damaged
8	51 - 75% of total leaf area diseased	51 - 75% peduncle damaged	51 - 75% grain damaged
9	> 75% of total leaf area diseased	> 75% peduncle damaged	> 75% grain damaged

Source: Modified from Thomas *et al.* (26).

Table 2
Effect of sowing date on severity* of anthracnose on sorghum variety ICSV 247 at Bagauda, 1995

Sowing date	Anthracnose severity			Yield t/ha
	Foliar	Peduncle	Grain	
July 17	6.5 ^{a**}	8.8 ^a	1.9 ^a	2.0 ^a
July 24	5.7 ^{ab}	7.5 ^{ab}	1.4 ^{ab}	1.9 ^a
July 31	5.3 ^{bc}	6.5 ^b	1.0 ^b	1.8 ^a
August 7	4.6 ^c	5.6 ^b	1.0 ^b	1.8 ^a
August 14	3.4 ^d	2.9 ^c	1.0 ^b	0.5 ^b
August 21	2.9 ^d	1.9 ^c	1.0 ^b	0.2 ^b

* Based on visual rating scale of 1- 9 where 1= no disease and 9= >75% of area diseased.

**Figures not followed by same letters are significantly different (P= 0.05) according to Duncan's Multiple Range Test.

Results

In 1995, foliar anthracnose was most severe for the July 17 sowing with a disease rating of 6.5. However, it was not significantly different ($p=0.05$) from the July 24 sowing which had a rating of 5.7. August sowing had the least severity with 2.9. Peduncle and grain anthracnose were most severe in the July 17 sowing and least severe in the August 21 sowing (Table 2). Sowing between July 31 and August 21 gave no infection of grain anthracnose (severity ratings of 1.0).

Foliar anthracnose severity was significantly higher ($p=0.05$) in sowings of June 25 and July 2 than the July 9 to July 30 sowings (Table 3).

The severity of peduncle anthracnose varied significantly ($p=0.05$) from 8.7 for June 25 sowing to 3.2 for the July 30 sowing. Grain anthracnose severity was

with peduncle anthracnose ($r=0.75$), yield ($r=0.92$), rainfall ($r=0.94$) and relative humidity ($r=0.75$). Peduncle anthracnose was significantly ($p<0.01$) correlated with yield ($r=0.82$), rainfall ($r=0.80$) and relative humidity ($r=0.78$). Grain anthracnose correlated significantly with yield ($r=0.62$, $p<0.05$), rainfall ($r=0.56$, $P<0.05$) and relative humidity ($r=0.83$, $p<0.01$). Yield was significantly correlated with rainfall ($r=0.96$, $p<0.01$) and relative humidity ($r=0.86$, $p<0.01$) (Table 4).

Discussion

In both years, data show that June and July sowings predispose a susceptible cultivar in the Sudan ecology to severe foliar anthracnose infestation while August sowing as observed in 1995 has lower levels of disease severity. This observation is similar to the reports

Table 3
Effect of sowing date on anthracnose severity on sorghum variety ICSV 247 at Bagauda, 1996

Sowing date	Anthracnose severity			Yield t/ha
	Foliar	Peduncle	Grain	
June 25	8.6 ^{a**}	8.7 ^a	7.5 ^a	4.6 ^a
July 2	8.5 ^a	8.5 ^a	2.4 ^b	4.1 ^a
July 9	8.1 ^{ab}	7.5 ^{ab}	1.2 ^b	3.6 ^{ab}
July 16	8.0 ^{ab}	7.0 ^b	1.0 ^b	3.4 ^{ab}
July 23	6.9 ^{ab}	4.9 ^c	1.0 ^b	2.2 ^b
July 30	6.1 ^b	3.2 ^a	1.0 ^b	1.3 ^b

*Based on visual rating scale of 1- where 1= no disease and 9=>75% of area diseased.

**Figures not followed by same letters are significantly different ($P=0.05$) according to Duncan's Multiple Range Test

Table 4
Correlation coefficients of foliar, peduncle, and grain anthracnose severities, and weather factors on grain yield of sorghum at Bagauda, Nigeria in 1995 and 1996

Correlations	Foliar	Peduncle	Grain	Yield	Rainfall
Peduncle	0.7498 ^{**}				
Grain	0.3813	0.4855			
Yield	0.9166 ^{**}	0.8154 ^{**}	0.6159 [*]		
Rainfall	0.9438 ^{**}	0.7984 ^{**}	0.5616 [*]	0.9632 ^{**}	
Humidity	0.7476 ^{**}	0.7753 ^{**}	0.8304 ^{**}	0.8638 ^{**}	0.8493 ^{**}

^bSymbols * and ** indicate departure from a zero relationship at $P<0.05$ and $P<0.01$ respectively.

highest in the June 25 sowing with 7.5, but was significantly ($p=0.05$) different from other sowing dates. Grain infection did not occur for the July 16 to July 30 sowing, while it was low in the July 2 and July 9 sowings with 2.4 and 1.2.

Results of correlation analysis show that foliar anthracnose was significantly ($p<0.01$) correlated

of other authors (3, 4). However, in contrast, a recent report by Ngugi *et al.* (19) on trials conducted at Alupe, Kenya (humid equatorial climate) showed late or delayed planting reduced time to disease onset and increased absolute rate of disease progress, resulting in maximum severity at crop "milk stage" and maturity. The differences between the latter report and our

results could be due to differences in environmental conditions at trial sites. Bagauda, Nigeria is located in the dry Sudan savanna while Alupe, Kenya has a humid equatorial climate.

Although the July sowings had higher foliar disease, yields were higher than for August sowings, and thus did not cause significant yield loss. This could be due to the fact that early sown crops have early access to soil nutrients such as nitrogen, are thus more vigorous and will thereby tolerate higher disease levels. Foliar disease development and its effect on yield and grain weight have been reported elsewhere (26). The latter authors reported that infection on a susceptible, medium-maturing cultivar IS 18696 increased gradually until anthesis, then increased rapidly so that most leaves were killed at physiological maturity. This would account for the high disease levels on June and July sowings in our own trials.

Panicle anthracnose was also high in June and July sowings, although peduncle anthracnose was aggravated by stem borer damage (data not shown). Grain anthracnose severity ratings were high for June and early July sowings and therefore mouldy. Positive correlation patterns observed between foliar, peduncle and grain anthracnose and relative humidity are expected as high relative humidity is reported to increase anthracnose severity (Marley, unpublished data; 16). Further, positive correlations between anthracnose and yield clearly indicate that anthracnose causes yield loss in susceptible sorghum varieties. Marley (8) and Marley *et al.* (14) reported anthracnose to cause up to 47% yield loss in Nigeria

while Ali *et al.* (4) and Thomas *et al.* (26) reported yield losses of up to 67%.

Results indicate that higher yields were obtained in the June and July sowings, however, grain quality was low as grain had high infection of *C. graminicola*. Grain mould, caused by a complex of fungi to which *C. graminicola* belongs (3) is a serious disease problem limiting the production and utilization of sorghum in Nigeria (6, 7, 10) the latter meaning that mouldy grain from early sown sorghum cultivars is not suitable for use in beverage, brewing and livestock feed industries, while it is unacceptable for human consumption because they are reported to contain mycotoxins (24). Cultivars ICSV 247 and ICSV 197 are midge resistant (1) and had been recommended for possible release to farmers in the southern Sudan savanna zone of Nigeria who suffer from high infestation of sorghum by midge. From our data, it is clear that cultivar ICSV 247 is highly susceptible to foliar and panicle anthracnose. Therefore, the use of ICSV 247 by farmers in midge infested areas has to be undertaken with care as results presented here show that early planting predisposes the cultivar to anthracnose while an earlier report (11) also shows that cultivar ICSV 247 can be predisposed to high levels of grain mould damage when sown early in the field.

Where this cultivar, ICSV 247 is used, it is important that farmers be advised to be mindful of their requirements i.e. whether they will prefer high yields with mouldy grains when planted early, or have acceptable yields with clean grains when planted from mid July. In the alternative, they could combine the use of the cultivar with other affordable, practical and appropriate practices within their areas.

Literature

1. Ajayi O., 1994, Insect pests. In: "ICRISAT and Collaborative programs western and Central Africa Region, Annual Report 1994". ICRISAT Sahelian Center, B.P. 12404 Niamey, Niger. Pp. 139-143.
2. Akpa A.D., Gana S.D. & Alabi O., 1992, Foliar fungicidal spray for the control of some common foliar diseases of sorghum in Nigeria. Nig. J. Plant Prot. 14, 92-96.
3. Ali M.E.K. & Warren H.L., 1992, Anthracnose of sorghum. Pages 203-208. In: "Sorghum and Millet Diseases: a Second World Review" (de Milliano, W.A.J., Frederiksen, R.A. and Bengston, G.D. eds.), Patancheru, A.P. 502 324, India. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
4. Ali M.E.K., Warren H.L. & Latin R.X., 1987, Relationship between anthracnose leaf blight and losses in grain yield of sorghum. Plant Dis. 71, 803-806.
5. Anas A.I., Marley P.S., Akpa A.D. & Alabi O., 2001, Investigations into variation among isolates of *Colletotrichum graminicola* causal organism of anthracnose of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Nigeria. Samaru J. Agric. Res. 17, 93-103.
6. Bello S.A., 2000, Quality requirement of sorghum for industrial use. In: "Sorghum grain quality maintenance" (eds. Marley, P.S. and T.K. Atala). Proceedings of a Training Workshop held at Institute for Agricultural Research, Ahmadu Bello University, Zaria, 27 November, 2000 (In press).
7. King S.B., 1973, Annual Report: Plant Pathology, Institute for Agricultural Research, Ahmadu Bello University, Zaria Nigeria.
8. Marley P.S., 1997, Sorghum Pathology. In: "Cropping Scheme Meeting report on Cereals Research Programme". Institute for Agricultural Research, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria. Pp. 42-51.
9. Marley P.S. & Bandyopadhyay R., 1996, Report on prevalence of panicle anthracnose in Nigeria. Submitted to International Institute for the Semi Arid Tropics, (ICRISAT), Patancheru, A.P., India. 1996. 7 pp.
10. Marley P.S. & Ajayi O., 1999, Sorghum grain mold and the influence of head bug *Eurystylus oldi* in West and Central Africa. J. Sustainable Agric. USA. 13, 35-4 4.
11. Marley P.S. & Ajayi O., 2001, Effect of sowing date on grain mold infection and headbug damage of sorghum in Nigeria. Trop. Science 41, 203-207.
12. Marley P.S. & Ogungbile A.O., 2002, Sorghum and Pearl Millet production in the Sudano-Guinean zone: case of Nigeria. Paper presented at the CFC sponsored workshop on "Sorghum and Pearl Millet Production and Utilization in West Africa", held at Bamako, Mali, April 23- 26, 2002. 16 pp.
13. Marley P.S., Onu I., Shebayan J.A.Y. & Aba D.A., 2000, Integrated Management of sorghum pests in Nigeria. Report on 1999 activities submitted to West and Central Africa Sorghum Research Network (WCASRN) IPM Directors meeting, 29-30 May, 2000 Bamako, Mali, 9 pp.
14. Marley P.S., Diourte M., Neya N., Nutsugah S.K., Sereme P., Katile S.O., Hess D., Mbaye D.F. & Ngoko Z., 2002, Sorghum and pearl millet diseases in West and Central Africa. In: "Global 2000: Sorghum and Pearl Millet Diseases III". (ed. J. Leslie). Proceedings of Global Conference held at Guaujuanato, Mexico, 23-30 September, 2000. Pp. 419-426.
15. Marley P.S., Thakur R.P. & Ajayi O., 2001, Variation among foliar isolates of *Colletotrichum sublineolum* of sorghum in Nigeria. Field Crops Res. 69, 133-142.
16. Marley P.S., Bandyopadhyay R., Tabo R. & Ajayi O., 2001, Sorghum germplasm with multiple resistance to two major diseases in the Nigeria savanna. Trop. Science, 41, 44-49.

17. Marley P.S., Elemo K.O., Aba D.A., Onu I. & Akintayo I., 2001, Reactions of sorghum genotypes to anthracnose and grey leaf spot diseases under Sudan and Sahel savanna conditions in Nigeria. *J. Sustainable Agric. USA* 18(2/3), 105-116.
18. Marley P.S., Shebayan J.A.Y., Aba D.A., Onu I. & Musa R.S., 2002, Analysis of biotic constraints in sorghum production in the Sudano-Sahelian ecology of Nigeria. *Samaru J. Agric. Res.* 18, 41-53.
19. Ngugi H.K., Julian A.M., King S.B. & Peacocke B.J., 2000, Epidemiology of sorghum anthracnose (*Colletotrichum sublineolum*) and leaf blight (*Exerohilum turcicum*) in Kenya. *Plant Path.* 49, 129-140.
20. Ogungile A.O. & Marley P.S., 2001, Industrial Utilization of cereals: the case of maize and sorghum in Nigeria. In: "Agricultural Technology Transfer and Commercialization in Nigeria". Proceedings of OAU/STRC-SAFGRAD/ISAID sponsored Stakeholders consultation workshop held on 10-12 April, 2001 at IITA, Ibadan. Pp. 57-71.
21. Ogungbile A.O., Tabo R., Van Duivenbooden N., & Debrah S.K., 1998, Analysis of constraints to agricultural production in the Sudan savanna zone of Nigeria using multi-scale characterization. *Neth J. Agric. Sc.* 46, 27-38.
22. Oyekan P.O., 1977, Effect of planting date on the incidence and severity of common fungal diseases of maize in Western State, Nigeria. *Nig. J. Plant Prot.* 3, 11-15.
23. Pande S.R., Harikrishnan R., Alegbejo M.D., Mughogho L.K., Karunakar R.I. & Ajayi O., 1993, Prevalence of sorghum diseases in Nigeria. *Int. J. Pest Man.* 39, 297-303.
24. Salifu A., 1981, Mycotoxins in short season sorghums in northern Nigeria. *Samaru J. Agric. Res.* 1, 83-88.
25. SAS Institute, 1989, User's Guide: Statistics, Version 6.09. SAS Institute, Cary, North Carolina, NC.
26. Thomas M.D., Sissoko I. & Sacko M., 1996, Development of leaf anthracnose and its effect on yield and grain weight of sorghum in West Africa. *Plant Dis.* 80, 151-153.

P.S. Marley, Nigerian, Ph.D Agric. Pathology, University of Reading, U.K, Senior Plant Pathologist, IAR/FOA,ABU, Zaria, Nigeria.

O. Ajayi, Nigerian, Ph.D Agric. Entomology, Principal Scientist (Entomology), ICRISAT, Bagauda, Kano, Nigeria.

AVIS

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

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

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

Merci.

BERICHT

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

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

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

Dank U.

Pratiques et stratégies paysannes en matière de complémentation des ruminants au sein des systèmes d'exploitation mixte agriculture-élevage du plateau central et du Nord du Burkina Faso

J.S. Zoundi¹, L. Sawadogo & A.J. Nianogo

Keywords: Burkina Faso- Mixed crop- Livestock system- Ruminants- Farmers' practices- Ruminants supplementation

Résumé

Dans le but de comprendre les stratégies et les pratiques paysannes en matière de complémentation des ruminants, des exploitations mixtes agriculture-élevage ont été suivies dans trois zones agro-écologiques du Burkina Faso.

Les résultats obtenus montrent que la complémentation des femelles en lactation est quasi-permanente quelle que soit la période de l'année, mais les objectifs varient selon les saisons.

La complémentation générale des animaux en saison sèche répond à quatre objectifs majeurs: (i) la génération de revenus, (ii) la productivité, (iii) l'entretien des animaux de trait, (iv) la gestion des risques de pertes d'animaux (vols et mortalités). Lorsque le stress nutritionnel devient important, la génération de revenus cède progressivement la place au souci de gestion du risque. La stratégie de complémentation repose sur une valorisation prioritaire (70-80% des cas) des types d'aliments produits à la ferme ou récoltés en brousse. Les paysans ont également recours à des achats d'aliments (sel, son et sous-produits agro-industriels) en liquidités et l'élevage demeure la source fréquente de fonds.

Les résultats de l'étude suggèrent que le développement de systèmes d'alimentation au profit de ces exploitations mixtes agriculture-élevage devrait privilégier les alternatives prenant en compte la variabilité saisonnière des objectifs des paysans, et être bâties autour d'aliments facilement mobilisables par les producteurs, et offrant un faible coût de revient en liquidités comme par exemple les fourrages verts et fruits de ligneux disponibles en saison sèche et très riches en énergie et en azote.

Summary

Farmers' Practices and Strategies for Ruminants' Supplementation in Mixed Crop-livestock Farming Systems in the Central Plateau and North of Burkina Faso

With the purpose to understand the farmers' practices and strategies for ruminants supplementation, mixed crop-livestock farms have been surveyed in three agro-ecological zones of Burkina Faso.

The results obtained indicated that lactating females' supplementation is almost permanent whatever be the period of the year, but the objectives vary according to the seasons.

In general, animal supplementation during the dry season deals with four major objectives: (i) incomes generation, (ii) care of draught animal, (iii) productivity, and (iv) risks management for animal losses (thefts and mortalities).

When the nutritional stress becomes important, incomes generation gives up progressively the ground to the risk management. The supplementation strategy relies on a maximum valorization (70-80% of the cases) of feeds produced in the farm or collected in the bush. Farmers also purchase feeds (salt, cereals bran, agro-industrial by-products) in cash and, livestock remains the frequent source of funds.

The results of the study suggest that the development of feeding systems for these mixed crop-livestock farms would focus on alternatives considering the variability of farmers' objectives by the time, and being built on feed that can be easily mobilized by farmers, and offering a low cash cost price, for example green forage and fruit of shrubs rich in energy and nitrogen.

Introduction

L'élevage au sein des systèmes d'exploitation mixte agriculture-élevage en Afrique Sub-Saharienne constitue un élément incontournable, en tant que moyen d'atténuation des risques en agriculture (8, 9, 18).

Dans le cas du plateau central du Burkina Faso, le maintien de ce type d'élevage au sein de l'exploitation se heurte souvent au désir des producteurs d'étendre les superficies cultivées en réponse à la forte démo-

graphie et à la dégradation continue des sols (19, 20). Cela a entraîné la forte réduction des aires de parcours naturels et surtout leur dégradation, rendant ainsi très critique les conditions d'alimentation des ruminants pendant la saison sèche. Face à cette situation, des stratégies sont développées par les paysans en vue d'atténuer ces stress nutritionnels.

¹ Auteur correspondant, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso, Tel (226) 340270 ou 347112; Fax(226) 340271; e-mail: zoundi@hotmail.com ou zoundi@fasonet.bf

Reçu le 14.01.03. et accepté pour publication le 21.05.03.

La présente étude a pour objectif principal de comprendre les pratiques paysannes en matière de complémentation des ruminants, les stratégies liées à ces pratiques et d'examiner l'implication de celles-ci en terme de développement de systèmes d'alimentation des ruminants.

Matériel et méthodes

1. Milieu d'étude

L'étude a été conduite suivant un transect nord-sud couvrant trois zones agro-écologiques (Figure 1): (i) la partie sud (villages de Saponé et de Boromtenga) moyennement peuplée (35 habitants/km²), de climat nord-soudanien (700-800 mm); (ii) la zone de transition (village de Ziga) au sud du Yatenga fortement peuplée (90 habitants/km²) de climat sub-sahélien (500-600 mm); (iii) la zone nord (village de Banh) faiblement peuplée (20 habitants/km²), de climat sub-sahélien (400-500 mm).

2. Echantillon d'étude

L'échantillonnage a été réalisé à partir d'une stratification des ménages faite dans chaque site selon des critères précis de manière à couvrir autant que possible



Figure 1: Localisation de la zone d'étude au Burkina Faso.

toute la diversité des producteurs. Ainsi, un échantillon de 86 ménages au total a été constitué dans les quatre villages concernés par l'étude (Tableau 1).

Tableau 1
Caractéristiques de l'échantillon d'étude

	Sites			
	Banh	Saponé	Boromtenga	Ziga
1. Nombre de ménages	20	22	24	20
2. Age chef de ménage				
- Age moyen	53	60	53	62
- Minimum	29	29	38	33
- Maximum	75	90	67	80
3. Groupe ethnique	Peuhl: 75% Rimaïbé: 25%	Mossi: 100%	Mossi: 100%	Mossi: 100%
4. Nombre d'actifs				
- Effectif moyen	7	7	6	11
- Minimum	3	2	3	3
- Maximum	15	16	12	22
5. Activités principales	Agriculture + Elevage	Agriculture	Agriculture	Agriculture
6. Activités secondaires (Fréquence relative)	Aucune: 80% Commerce animaux: 15% Orpaillage: 5%	Elevage: 77,30% Elev. + Ma.: 22,70%	Elevage: 58,30% Elev. + Art. 20,80% Elev. + Com: 12,50% Elev. + Mét.: 8,40%	Elevage: 40% Elev. + Com.: 60%
7. Principales cultures vivrières	Mil Niébé Maïs	Sorgho Mil	Sorgho Mil Maïs	Sorgho Mil Niébé
8. Principales cultures de rente	Oseille, Sésame, Arachide	Arachide, Riz	Coton, Arachide	Arachide, Sésame, Oseille

	Sites			
	Banh	Saponé	Boromtenga	Ziga
9. Effectifs de ruminants par ménage				
- Bovins				
Effectif moyen	33	7	4	3
Minimum	0	0	0	0
Maximum	100	59	14	10
Ecart-type	23,7	15,6	3,4	2,8
- Ovins				
Effectif moyen	22	6	5	9
Minimum	0	0	0	0
Maximum	68	40	16	26
Ecart-type	16,9	11,2	5,7	5,8
- Caprins				
Effectif moyen	51	10	7	11
Minimum	15	3	2	0
Maximum	167	40	15	26

Elev.: Elevage; Com.: Commerce; Mét.: Métiers; Ma.: Maraîchage.

3. Collecte des données et analyse

La collecte des données a duré 12 mois et a été faite à l'aide d'un guide d'entretien semi-structuré comportant des questions ouvertes et administré toutes les deux semaines à des interlocuteurs-clé ayant en charge la conduite de l'alimentation des animaux. Les données qualitatives ainsi collectées ont été codifiées et les analyses de fréquences ont été réalisées à l'aide des procédures PROC FREQ du logiciel SAS (15).

Résultats

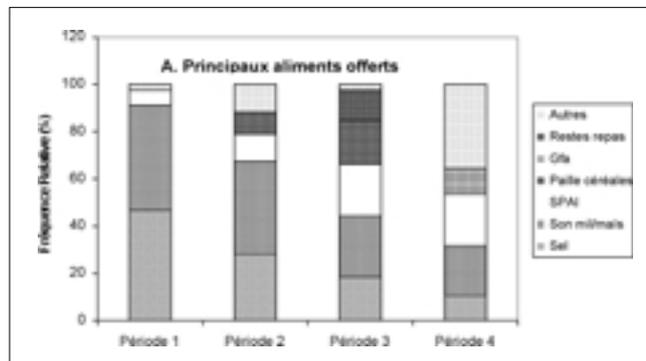
1. Objectifs et stratégies de complémentation des animaux

1.1. Cas spécifique des femelles de petits ruminants et de bovins en lactation

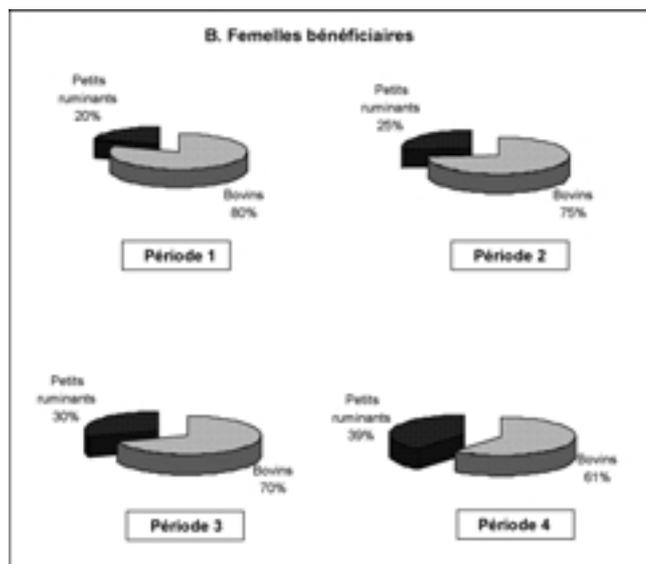
Les résultats obtenus montrent que la complémentation des femelles est quasi-permanente pendant l'année et répond à deux objectifs majeurs: (i) accroître la production laitière et générer des revenus et, (ii) assurer la productivité animale et minimiser les risques de mortalité des jeunes animaux et des femelles fatiguées. Pendant la saison de pluies (Période 1: juillet-septembre), de même que celle post-récolte (Période 2: octobre-janvier), la priorité est accordée à la génération des revenus (environ 99% des raisons invoquées). Au fur et à mesure que l'on avance dans la saison sèche (Périodes 3 et 4), le souci d'assurer la productivité et d'éviter les mortalités des jeunes animaux ou de leurs mères prend de l'importance: 14,60% des raisons évoquées visent un tel objectif, contre 85,40% pour la génération des revenus. Les résultats indiquent également (Figure 2) une augmentation du nombre de types d'aliments sollicités lorsque l'on avance dans la saison sèche, passant ainsi de 7 en période 1 à 15 en période 4.

1.2. Complémentation générale des animaux en saison sèche

Les résultats obtenus (Tableau 2) montrent une variabilité saisonnière des objectifs prioritaires poursuivis et selon le site considéré.



Gfa: Gousses de *Faidherbia albida* Chev. Del.; SPAI: Sous-Produits Agro-Industriels.



Période 1: juillet-septembre; Période 2: octobre-janvier; Période 3: février-mars; Période 4: avril-juin.

Figure 2: Principaux aliments fréquemment offerts aux femelles en lactation.

Tableau 2
Objectifs prioritaires visés par les producteurs à travers la complémentation de saison sèche

Objectifs	Zone Sud (Saponé – Boromtenga)			Zone de transition (Ziga)			Zone Nord (Banh)		
	Période 2	Période 3	Période 4	Période 2	Période 3	Période 4	Période 2	Période 3	Période 4
TA	++++	++++	++++	+++	+++	+++	-	-	-
REV	-	++	-	++++	++++	+	++++	++++	++
RISQ(a)	+++	+++	+++	-	-	++++	-	-	-
RISQ(b)	-	-	-	-	-	-	-	++	++++
PA(a)	-	-	-	++	++	-	-	-	-
PA(b)	-	-	-	-	-	-	+++	+++	+++

TA: Assurer des conditions favorables pour une bonne réalisation des travaux agricoles (Entretien des animaux de trait).

REV: Générer des revenus (Activités saisonnières d'embouche des petits ruminants et des bovins).

RISQ(a): Gérer certains risques de pertes d'animaux (Vols éventuels des animaux dus à leur éloignement des lieux d'habitation – Mortalités dues au sevrage brutal, surtout les petits ruminants).

RISQ(b): Gérer certains risques de perte d'animaux (Mortalité des jeunes animaux due à l'insuffisance de production laitière des mères – Mortalité des femelles allaitantes due au stress nutritionnel – Mortalité des jeunes animaux et des femelles due aux maladies).

PA(a): Assurer une bonne productivité du troupeau (Croissance des jeunes animaux)

PA(b): Assurer une bonne productivité du troupeau (Entretien des femelles allaitantes – Croissance des jeunes animaux).

++++: 1^{ère} Priorité; +++: 2^{me} Priorité; ++: 3^{me} Priorité; +: 4^{me} Priorité; -: Non Exprimée.

Période 2: octobre-janvier; Période 3: février-mars; Période 4: avril-juin.

Pendant la période 2 (octobre-janvier), la préoccupation la plus fréquente dans les sites de Banh et de Ziga est la génération des revenus (animaux engraisés ou production laitière), alors que dans la partie sud, l'objectif le plus fréquemment évoqué est l'entretien des animaux de trait.

Au cours de la période 3 (février-mars), l'ordre de priorité en terme d'objectif de complémentation est sensiblement identique à celui de la période 2. On note toutefois que dans la partie nord, les producteurs affichent désormais une préoccupation en matière de gestion du risque, notamment le sauvetage des jeunes animaux ayant perdu leurs mères.

Pendant la période 4 (avril-juin), la gestion des risques (vols d'animaux ou mortalités) apparaît dans les deux premières priorités les plus fréquemment évoquées en terme d'objectif de complémentation (Tableau 2).

En terme de stratégie de complémentation (Figure 3) et quelle que soit la période, la tendance générale dans tous les sites est la valorisation en priorité des aliments produits à la ferme tels les résidus de culture (paille de mil, de sorgho, fanes de niébé, d'arachide...), de meunerie (son de mil, de maïs...) et les restes de repas. Comme pour le cas spécifique des femelles en lactation, on note une sollicitation plus fréquente de fourrages récoltés en brousse (foin de *Zornia glochidiata* Reichb., gousses de *Faidherbia albida* Chev. Del., de *Acacia siberiana* DC., de *Acacia senegal* Del., de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst., feuilles de *Pterocarpus lucens* Lepr.), de sous-produits agro-industriels (SPAI) (tourteau de coton, son de blé...) lorsque l'on avance dans la saison sèche. Dans certains endroits (zones nord et de

transition) on relève surtout un recours à des aliments non conventionnels telles les graines d'oseille (*Hibiscus sabdariffa* L.) bouillies pour la complémentation des femelles.

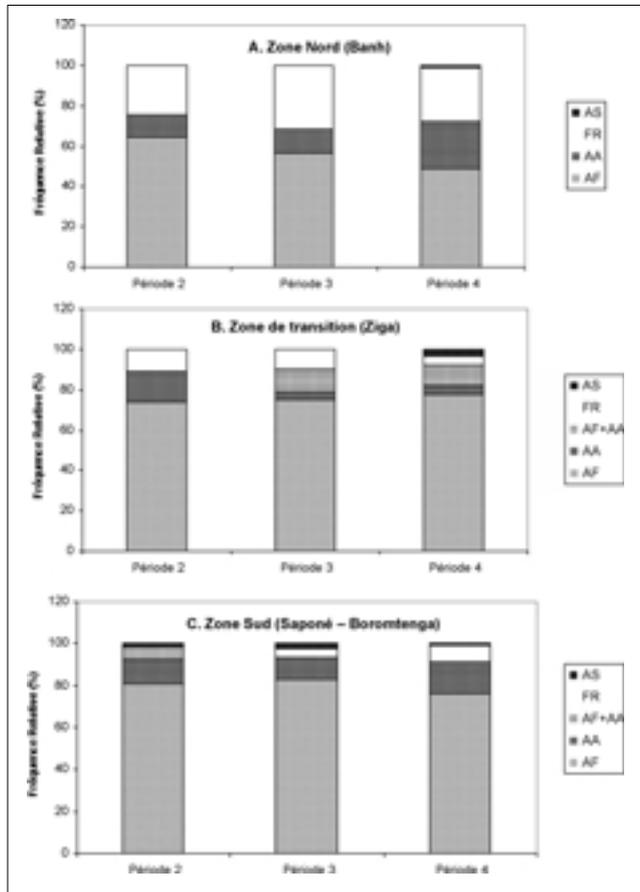
2. L'investissement dans les achats de compléments alimentaires

2.1. Cas spécifique des femelles de petits ruminants et de bovins en lactation

L'investissement pour l'acquisition de compléments alimentaires au profit des animaux est quasi-permanent et quelle que soit la période de l'année. Le sel, le son de mil et les SPAI constituent les principaux aliments les plus fréquemment achetés. La fréquence de recours au sel est plus élevée pendant les périodes 1 et 2 (70% et 51,40% des types d'aliments achetés respectivement), alors que celle des SPAI est plus importante en périodes 3 et 4 (48,80% et 56,70% des types d'aliments achetés, respectivement). De même, la proportion de producteurs de l'échantillon s'investissant pour les achats d'aliments croît au fur et à mesure que l'on avance dans la saison sèche (de 77,80% en période 1 à 95% en période 4), mais ces achats concernent prioritairement le sel en saison de pluies et les SPAI en saison sèche, période où le déficit nutritionnel est très important.

2.2. Complémentation générale des animaux en saison sèche

Les résultats obtenus montrent une évolution des objectifs visés par les achats de compléments en fonction des périodes de la saison sèche. Pendant les



Période 2: octobre-janvier; Période 3: février-mars; Période 4: avril-juin.

AF: Valorisation d'aliments produits au sein de la ferme; AA: recours à des aliments achetés; FR: Recours à des fourrages récoltés en brousse (*Faidherbia albida*, *Acacia siberiana* DC., *Acacia senegal* Del., *Ptilostigma reticulatum* (DC.) Hochst., *Pterocarpus lucens* Lepr.); AS: Recours à des dons d'aliments divers.

Figure 3: Stratégie de mobilisation des aliments pour la complémentation en saison sèche.

périodes 2 et 3, l'entretien des bovins de trait et l'engraissement des animaux constituent les principaux objectifs avec plus de 50% des raisons invoquées pour les achats. En période 4, la gestion des risques de perte d'animaux et l'entretien des animaux de trait constituent les deux premières priorités (42,20% et 21,10% des raisons invoquées pour les achats d'aliments, respectivement). On note particulièrement une augmentation de la fréquence des achats de SPAI: 17,50%, 39,60% et 53,40% respectivement en période 2, 3 et 4. De plus en plus de producteurs s'investissent donc dans les achats de SPAI au fur et à mesure que l'on avance dans la saison sèche.

Plusieurs sources de fonds sont sollicitées pour les achats d'aliments allant d'une prédominance de financement provenant de la vente de petits ruminants chez les Peulh et Rimaïbé à des sources de financement plus diversifiées intégrant le commerce, les métiers divers chez les Mossi. Mais, d'une manière générale, l'élevage (vente d'animaux vifs et de lait) représente la source de fonds la plus fréquemment

sollicitée pour l'achat des compléments, avec une fréquence relative de 43%, 54% et 65%, respectivement pour les périodes 2, 3 et 4.

Discussion

1. Objectifs et stratégies de complémentation des animaux

1.1. Cas spécifique des femelles de petits ruminants et de bovins en lactation

Les choix stratégiques développés par les paysans pour la complémentation des femelles en lactation semblent calqués sur l'évolution saisonnière des disponibilités alimentaires. Pendant la saison de pluies et la période post-récolte, les animaux bénéficient de conditions d'alimentation relativement bonnes avec des pâturages naturels suffisamment bien fournis et une relative abondance en résidus de culture. Hormis quelques apports en sel et en sons de céréales, peu d'effort est requis en terme de complémentation des animaux. Des travaux antérieurs (19) indiquent en effet que ces deux périodes constituent les meilleurs moments de l'année sur le plan nutritionnel. Lorsque le stress nutritionnel devient de plus en plus sévère avec l'avancée de la saison sèche, beaucoup d'efforts en matière de complémentation des animaux sont requis, et les producteurs préfèrent mobiliser le peu d'aliments disponibles pour minimiser les risques de perte des jeunes animaux et des mères fatiguées. Pour la mise en œuvre de cette stratégie, une gamme diversifiée d'aliments est mobilisée pour la complémentation et cette observation est similaire à celle faite par Bosman *et al.* (3).

1.2. Complémentation générale des animaux

Le fait que les objectifs visés par la complémentation ne soient pas figés et évoluent vers des préoccupations de gestion des risques (mortalités des animaux notamment) avec l'avancée de la saison sèche, traduit la réalité de la sous-nutrition observée en cette période de l'année (2). Cette sévérité de la sous-nutrition justifie également l'augmentation de la proportion de paysans pratiquant la complémentation.

L'intérêt des paysans pour l'entretien des animaux de trait traduit bien la caractéristique fondamentale de ces exploitations mixtes agriculture-élevage et est similaire aux observations faites par d'autres auteurs (1, 7, 13, 16).

Aussi, la variabilité du comportement des paysans (objectifs de complémentation, types d'aliments sollicités...) en réponse à l'état des parcours naturels est similaire aux observations faites par Opitz *et al.* (14) sur la gestion des élevages d'ovins.

2. L'investissement dans les achats de compléments alimentaires

2.1. Cas spécifique des femelles de petits ruminants et de bovins en lactation

La variation des types d'aliments achetés avec la saison constitue une stratégie qui serait en adéquation avec l'évolution de l'intensité du stress nutritionnel. De même, l'augmentation de la proportion de paysans achetant les aliments avec l'avancée de la saison

sèche traduit bien l'intensité du stress nutritionnel, mais également la forte préoccupation des paysans pour le maintien d'une production laitière pour la survie des jeunes animaux et la génération de revenus pour les femmes.

2.2. Complémentation générale des animaux en saison sèche

Les producteurs consentent investir pour l'achat des compléments, même si cela est destiné à la gestion de certains risques (mortalités ou vols d'animaux). La plupart des animaux sont en divagation en saison sèche et la fourniture de compléments permet d'habituer les animaux à retourner d'eux-mêmes au niveau des zones d'habitation ou même de ne pas s'éloigner des concessions, ce qui réduit énormément les vols enregistrés pendant cette période de l'année. Ce comportement permet de nuancer les conclusions de Bennisson *et al.* (1), sur le fait que les producteurs ne sont disposés à assurer une allocation supplémentaire d'intrants que s'ils perçoivent des retombées économiques importantes la justifiant. Dans notre cas, les retombées financières ne sont pas forcément immédiates ou directes, mais l'investissement pour le maintien de l'effectif d'animaux assurant l'épargne vive demeure aussi une préoccupation pour les producteurs. Cela justifie l'importance des achats de SPAI pendant la saison sèche chaude où les risques de mortalité des animaux sont les plus élevés. Sur d'autres sites de la même zone d'étude, des évaluations faites par certains auteurs (21), indiquent une évolution croissante des dépenses consacrées à l'achat des compléments alimentaires au fur et à mesure que l'on avance dans la saison sèche. Ainsi, celles-ci passent de 568 FCFA en moyenne par tête de petit ruminant pour les trois mois de saison pluvieuse (juillet-septembre) à une moyenne de 1.650 FCFA pour les trois mois de saison sèche chaude (avril-juin). Pour les bovins, ces valeurs sont de 5.005 FCFA et de 12.200 FCFA, respectivement pour la saison de pluies et la saison sèche chaude.

La variabilité des sources de financement des achats d'aliments selon les groupes ethniques est en concordance avec les conclusions de Slingerland (17) dans le sud du Burkina Faso. De même, la forte fréquence de recours à la vente des petits ruminants dans la partie nord concorde avec les tendances observées par Devendra (5) dans les régions semi-arides.

La prédominance de la sollicitation de l'élevage en tant que source fréquente de financement confirme les observations faites par plusieurs auteurs (4, 6, 8, 10, 11, 12, 17) sur le fait qu'au sein de ces exploitations mixtes, l'élevage constitue la principale source de trésorerie facilement libérée pour les besoins courants des producteurs.

Enseignements et implications

L'enseignement majeur à relever de cette étude est que les paysans ont une compréhension suffisamment claire de l'évolution des disponibilités alimentaires pendant les différentes périodes de l'année. Sur cette base, des stratégies de complémentation sont développées; celles-ci sont variables selon les périodes de l'année et traduit donc une perception dynamique du système de complémentation conduit par les paysans.

De même, les stratégies de complémentation reposent sur des aliments provenant de la ferme ou récoltés en brousse (70-80% des types d'aliments utilisés en terme de fréquence) et ayant pour la plupart un coût en liquidités nul. Cela traduit surtout le problème évident de limitation du capital financier, de faible disponibilité des aliments concentrés sur place. En plus des principaux types d'ingrédients utilisés, les stratégies de complémentation en saison sèche intègrent également des aliments non conventionnels tels que les restes de repas, les graines d'oseilles bouillies...

De ces différents constats et enseignements, quelques recommandations peuvent être faites en matière de recherche sur les systèmes d'alimentation des ruminants au profit de ces types d'exploitations mixtes agriculture-élevage, et dont les plus pertinentes sont:

- a) La prise en compte effective de la diversité et de la variabilité saisonnière des objectifs de production des paysans dans le développement des systèmes d'alimentation des animaux au sein de ces systèmes mixtes agriculture-élevage.
- b) L'optimisation de l'utilisation des ressources alimentaires locales ayant un faible coût de revient en liquidités dans la mise au point de formulations alimentaires. A ce titre, la valorisation des fourrages verts et les fruits de ligneux disponibles en saison sèche et très riches en azote et en énergie constitue une alternative très intéressante.
- c) La conduite par la recherche d'investigations plus approfondies en terme de caractérisation et d'évaluation chimique et nutritionnelle de certains types d'aliments non conventionnels comme les graines d'oseille. Cela devrait offrir des perspectives quant à la valorisation de ces ingrédients locaux dans l'élaboration de formulations alimentaires destinées aux animaux en lactation.

Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement les techniciens de recherche: Salif Boena, Tiemtoré Justin, Adama Ouédraogo, Issa Tassebédou et Jonas Dabinga qui ont participé à la collecte et à l'exploitation des données.

Références bibliographiques

1. Bennisson J.J., Barton D. & Jaitner J., 1997, The production objectives and feeding strategies of ruminant livestock owners in The Gambia: Implications for policy makers. *Agricultural Systems*, **55**, 3, 425-444.
2. Bicaba Z.M., Bosma R., Macon G., Saba M. & Zoundi S.J., 1986, Etude de la croissance compensatrice chez les zébus au Burkina: Analyse comparative après divers degrés de sous-nutrition. *Rev. Elev. Méd. pays trop.* **39** (3-4), 414-420.
3. Bosman H.G., Ademosun A.A. & Koper-limbourg H.A.G., 1996, Goat feeding practices and options for improvement in six villages in Southwestern Nigeria. *Small Ruminant Research*, **19**, 201-211.

4. De Boer F. & Kessler J.J., 1994, Le système d'élevage peulh du Burkina Faso. Une étude agro-écologique du département de Tô (Province de la Sissili). Tropical Resources Management Paper n° 4, Université de Wageningen (Pays-Bas), 106 p.
5. Devendra C., 1999, Goats: Challenges for increased productivity and improved livelihoods. Outlook on Agriculture, **28**, 4, 215-226.
6. Dibissa N. & Peters K.J., 1999, Livestock species composition and herd size in relation to household farm resources in mixed farming systems in the Ethiopian Highlands. Outlook on Agriculture, **28**, 1, 51-54.
7. Hoek Van der R., Groot A., Hottinga F., Kessler J.-J. & Peters H., 1993, Perspectives de développement soutenu des systèmes de production agrosylvopastorale au Sanmantenga, Burkina Faso. Document sur la gestion des Ressources Tropicales n° 3, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 73 p.
8. Gryseels G., 1988, Role of livestock on mixed smallholder farms in the Ethiopian Highlands: A case study from Baso and Worena wereda near Debre Berhan. Dissertation, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 249 p.
9. Jayasuriya M.C.N., 1993, Use of crop residues and agro-industrial by-products in ruminant production systems in developing countries. British Society of Animal Production, **16**, 47-55.
10. Kilimwiko L., Mukela J., Anza S., Gikaru G., Araka J. & Seck K.M., 1991, Livestock: Financial security on four legs. African Farmer (USA), **6**, 4-13.
11. Matlock G.W., 1978, Environnement uncertainty and livestock production in Upper Volta. Upper Volta village project report, USAID (USA), 147 p.
12. McIntire J., Bourzat D. & Pingali P., 1992, Crop-Livestock Interaction in Sub-Saharan Africa. World Bank regional and sectorial studies, The World Bank (Washington D.C., USA), 246 p.
13. Moulin C.H., Faugere O. & Faugere H., 1994, L'élevage traditionnel de petits ruminants au Sénégal. III. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la communauté rurale de Kaymor (Sine-Saloun, Sénégal). Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop. **47**, 2, 223-234.
14. Opitz U., Thomson E.F., Christiasen S., Stenbach J. & Sorensen J.T., 1997, Farmers' knowledge of sheep management and performance in North-West Syria pp 114-118. In: J.T. Sorensen (editor), Livestock farming systems: more than food production. Proceeding of the 4th international symposium (1997), Denmark 22-23 August 1996. ICARDA, Aleppo (Syria).
15. Sas, 1990, PROC-GLM. In: SAS/STAT User's guide, Volume 2 GLM – VARCOP, Version 6, 4th edition, SAS Institute Inc., Cary USA, pp 893-993.
16. Savadogo M., 2000, Crop residues management in relation to sustainable land use. A case study in Burkina Faso. PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands, 159 p.
17. Slingerland M., 2000, Mixed farming: Scope and constraints in West African Savana. PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands, 289 p.
18. Storck H., Adenew B., Emanu B., Begander R. & Hailu G., 1997, Management strategies for farming systems in an uncertain environment and approach for their improvement. Farming Systems and Resource Economics in the Tropics, **27**, 217 pp.
19. Zoundi S.J., 1994, Complémentation stratégique et croissance compensatrice chez des bovins évoluant sur parcours naturel. Thèse de doctorat 3^e cycle, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 120 p.
20. Zoundi S.J., 1997, Interaction agriculture-élevage et développement agricole en zone semi-aride d'Afrique Subsaharienne pp 185-198, In: Abiola F.A. et Laporte J.P. (éd.), Actes du séminaire sur l'étude des contraintes au développement des productions animales en Afrique Sub-Saharienne, Abidjan (Côte d'Ivoire). Les cahiers de l'EISMV n° 3, Dakar, Sénégal.
21. Zoundi S.J., Tiendrebéogo J.-P., Nignan M., Nassa S. & Zidkoum A., 1996, Analyse éco-technique du système d'élevage mixte intégré à l'agriculture de la zone centre: Cas des villages de Villy-Moukouan et de Yambassé dans le plateau central du Burkina-Faso. Rapport d'étude. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Département Production Animale. INERA, Ouagadougou, Burkina Faso, 23 p.

J.S. Zoundi, Burkinabè, Chargé de Recherches, Zootechnicien, spécialiste en système d'alimentation des ruminants, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso.

L. Sawadogo, Burkinabè, Professeur Titulaire, spécialiste en physiologie animale, enseignant-chercheur à l'Unité de Formation et de Recherche Science, Vie et Terre (UFR/SVT), Université de Ouagadougou, 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso.

A.J. Nianogo, Burkinabè, Maître de Conférence, spécialiste en nutrition animale, enseignant-chercheur à l'Institut du Développement Rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo, 01 BP 1091, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

Sélection de variétés d'oignon (*Allium cepa* L.) adaptées au nord de la Côte d'Ivoire

S. Silué¹, L. Fondio², M.Y. Coulibaly³ & H. Magein⁴

Keywords: Onion- Varietal adaptation- Ivory Coast

Résumé

Seize variétés d'oignon de la collection du Centre National de Recherche Agronomique ont été évaluées sur base de leurs performances dans le nord de la Côte d'Ivoire, pendant la campagne agricole 1998-1999. Cette évaluation a été faite en présence d'un témoin local, Violet de Galmi, à la station de production de semences d'oignon de l'Agence Nationale d'Appui au Développement Rural.

Les variétés Rouge de Tana, RCS1903, RCS2211 et RCS2302 ont donné un taux de bulbes sains plus élevé (64,07% en moyenne) que les autres variétés. Pour le rendement total, les variétés RCS1903, RCS2211 et RCS2302 ont été plus performantes (18,18 t/ha en moyenne) que Violet de Galmi (14,58 t/ha) qui a été plus productif que Rouge de Tana (12,56 t/ha). Cependant, Rouge de Tana, variété de couleur violette, a une teneur en matière sèche élevée (20,86%). Elle se conserve bien avec près de 95% de bulbes sains après 3 mois de conservation, comme le témoin local. Des corrélations significatives existent entre les paramètres étudiés. Les plus importantes relient la date de récolte et le pourcentage de couchage à 100 jours ($r = -0,858$); le taux de bulbes sains après 3 mois de conservation et la teneur en matière sèche ($r = 0,847$).

Summary

Selection of Varieties Onion (*Allium cepa* L.) Adapted to the North of Ivory Coast

Sixteen varieties of onion from the collection of the National Agronomical Research Center were evaluated on the basis of their performance in the North of Ivory Coast, during the agricultural season 1998-1999. This evaluation was made in the presence of a local control, Violet de Galmi, at the station of production of onion seeds of the Rural Development Support National Agency.

Varieties Rouge de Tana, RCS1903, RCS2211 and RCS2302 gave a higher rate of healthy bulbs (64.07% on average) than the others. For the total yield, varieties RCS1903, RCS2211 and RCS2302 produced more (18.18 t/ha on average) than Violet de Galmi (14.58 t/ha). The latter was more productive than Rouge de Tana (12.56 t/ha). However only the purple variety, Rouge de Tana had a high content of dry matter (20.86%) and was good preserved with nearly 95% of healthy bulbs after 3 months of storage, like the local control. Significant correlations appeared between the various studied characters. The most significant correlation was observed between the date of harvest and the percentage of layering at 100 days ($r = -0.858$); and the rate of healthy bulbs after 3 months of storage and the content of dry matter ($r = 0.847$).

Introduction

L'oignon (*Allium cepa* L.) est une Alliacee originaire de la région Sud-Ouest de l'Asie Centrale. L'espèce *cepa* renferme trois formes ou groupes horticoles: les oignons communs, les aggregatums et les profilums, tous diploïdes ($2x = 2n = 16$). L'oignon occupe le 4^{me} rang mondial des légumes les plus consommés après la tomate, le chou et la pastèque avec une production mondiale d'environ 25×10^6 de tonnes (5). En Côte d'Ivoire, la demande annuelle d'oignon entre 1992 et 1998 était d'environ 41 000 tonnes alors que la production nationale n'était que d'environ 4 500 tonnes (1). Du fait de cette grande différence entre l'offre et la demande, la Côte d'Ivoire a été le plus grand pays importateur d'oignon en Afrique de l'Ouest au cours de cette même période avec plus de 50 000 tonnes de bulbes importés par an (6). Cette insuffi-

sance de la production ivoirienne d'oignon est due essentiellement, d'une part, aux conditions climatiques qui limitent la zone de culture essentiellement au Nord de la Côte d'Ivoire et, d'autre part, au fait que seule la variété «Violet de Galmi» est vulgarisée (9). Des recherches de variétés adaptées aux conditions de la zone de culture ont été conduites depuis 1994 par le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA, Ex-IDESSA). Avant cette date, les travaux de recherche sur l'oignon étaient conduits par les structures d'encadrement et de vulgarisation telles que la SODEFEL (de 1979 à 1990), la CIDV (de 1990 à 1994) et l'ANADER (à partir de 1994).

Le présent travail s'inscrit dans le cadre des ces études et vise la recherche de variétés à haut rendement, avec un taux élevé de bulbes sains et une

¹ Unité de Phytotechnie Tropicale et d'Horticulture, Faculté Universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Passage des Déportés, 2, B- 5030 Gembloux – Belgique.

Bur. 0032 (0) 81622410, GSM 0032 (0) 498047568
e-mailsudeis10@hotmail.com, silue.s@fsagx.ac.be

² Centre National de Recherche Agronomique-Station de Recherche sur les Cultures Vivrières (CNRA-SRCV), 01 BP 633 Bouaké 01 – Côte d'Ivoire.

³ Laboratoire de Génétique, Université de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22 - Côte d'Ivoire.

⁴ Centre de Recherche Agronomique, Département de Biotechnologies, Chaussée de Charleroi, 234, B-5030 Gembloux – Belgique.

Reçu le 18.10.02. et accepté pour publication le 20.03.03.

longue période de conservation par comparaison des performances de variétés étrangères et d'une variété locale, Violet de Galmi.

Matériel et méthodes

L'étude a été conduite à la station de production de semences de l'ANADER à Ferkessédougou. Cette ville de coordonnées géographiques 9° 36' latitude nord, 5° 12' longitude ouest est située à 323 m d'altitude dans le nord de la Côte d'Ivoire. Le matériel végétal était constitué de 17 variétés d'oignon de jours courts (nécessitant 11 à 12 heures d'éclairement pour leur bulbaison). Le témoin local était fourni par l'Agence Nationale d'Appui au Développement Rural (ANADER) est le Violet de Galmi. Les 16 autres variétés provenaient du «Natural Resources Institute» en Angleterre (Tableau 1).

vantes). En pépinière, ils étaient effectués une fois par semaine. Au champ, les traitements phytosanitaires ont été effectués une fois par semaine pendant un mois et 2 fois par semaine à partir du 2^{me} mois après le repiquage. En pépinière, l'irrigation quotidienne se faisait par aspersion. En culture, elle était de type gravitaire et se faisait 2 fois par semaine. Les récoltes ont été faites en fonction de la maturité des variétés. La conservation des bulbes sains (dans une chambre ventilée) a été faite en blocs aléatoires complets avec 16 traitements (à l'exception de la variété PS11390 qui n'avait pas donné de bulbes sains) et 2 blocs.

Les observations et mesures ont porté sur le taux de floraison en première année, la précocité de la maturité des variétés, les composantes du rendement, la teneur en matière sèche, et la couleur des bulbes de chaque variété. Le poids sec est obtenu après dessic-

Tableau 1
Matériel végétal et origine

Origine	Variétés
USA (Sun Seeds)	Dessex, Red Granex, Rojo, Z516
USA (Rio de Colorado)	RCS1903 (H)*, RCS1908 (H), RCS2211 (H), RCS2302 (H)
USA (Peto Seed)	Chula Vista (H), Linda Vista (H), PS11390 (H)
Israël (Hazera)	Arad (H), HA675 (H), HA888 (H)
France (Technisem)	Rouge de Tana
Australie (Yates)	Chariot (H)
Côte d'Ivoire (Anader)	Violet de Galmi

*: H= Hybride

Pour la réalisation de l'étude, une pépinière a été mise en place le 23 novembre 1998 avec 10 g de semences sur 1 m² de planche pour chaque variété et le repiquage a été fait le 7 janvier 1999. Le dispositif expérimental au champ était en blocs aléatoires complets avec 17 traitements (variétés) et 3 blocs. La parcelle élémentaire dans chaque répétition était constituée de 3 billons de 5 m sur 0,4 m. Les plants étaient repiqués en double ligne sur les billons avec un espacement de 10 cm dans la ligne et 20 cm entre les lignes. Le nombre de plants était de 288 dans chaque parcelle élémentaire, soit un total de 864 pour tout l'essai. Un apport d'engrais NPK 10-18-18 a été fait en pépinière (10 g/m²), puis au champ avant le repiquage à raison de 20 g/m². De l'urée a été apportée en pépinière 25 jours après le semis à raison de 5 g/m² puis au champ à la dose de 20 g/m² un mois après le repiquage. Un apport de sulfate de potasse a été effectué au champ 2 mois après le repiquage à la dose de 20 g/m². 7,5 g de manèbe ont été apportés en pépinière 14 jours après le semis. Les traitements phytosanitaires se faisaient avec un mélange d'insecticide (Sumicidin, matière active: fenvalérate), de fongicides (Peltar, matières actives: manèbe et thiophanate-méthyl; Antéor, matières actives: cymoxanil, forpel et souvent cuivre; ou Daconil, matières actives: chlorothalonil et souvent carbendazine ou fenpropimorphe) et de mouillant (Adhésol, matière active: huiles adju-

cation des bulbes à l'étuve à 100 °C pendant 30 heures. La teneur en matière sèche est calculée à partir de la formule suivante:

$$TMS = (\text{Poids sec} / \text{Poids frais}) * 100 (\%)$$

Pendant la conservation le pourcentage de bulbes sains a été évalué au cours du temps.

Toutes les données quantitatives ont fait l'objet d'une analyse de la variance à deux critères de classification: «blocs» et «variétés». La comparaison des moyennes a été faite selon la méthode du test de STUDENT (ppds) au seuil de 5%. Les interprétations des résultats ont porté seulement sur un seul critère, le critère «variétés». L'étude des relations entre les caractères a été réalisée par la méthode de corrélation de Pearson.

Résultats et discussions

1. Taux de floraison en 1^{ère} année

Seulement 0,12% des plants de Violet de Galmi (témoin local) ont fleuri la première année. Ce taux apparaît plus faible que ceux cités dans la littérature: 0,8% (11) et 1,3% (8). Ce faible taux peut s'expliquer par le fait d'une sélection menée par l'ANADER. La sélection consiste en l'élimination des plants qui fleurissent en première année, l'utilisation des bulbes de

calibre 40-60 pour la production de semences et l'élimination des portes graines dont la hauteur est inférieure à 40 cm, seules les plantes de hauteur supérieure ou égale à 40 cm sont retenues pour la production des semences (10).

2. Précocité de maturité des variétés

Ce caractère peut être apprécié par l'intermédiaire du pourcentage de plants couchés à 100 jours après le repiquage (JAR) (Tableau 2) et des dates de récolte.

RCS2211, RCS2302 et Violet de Galmi; 109 JAR pour Dessex, Arad, Chula Vista, HA675, HA888, Linda Vista et RCS1908; 120 JAR pour les autres variétés dont le feuillage a des difficultés à se coucher. Le taux de couchage de celles-ci est compris entre 0 (PS11390) et 18,03 (Red Granex).

Les conditions climatiques sont aussi importantes que le stade de maturité. En effet, la récolte en temps de pluie nécessite plusieurs séchages. Les variétés Red Granex, Rojo, Chariot et PS11390 qui n'avaient pas encore atteint 20% de plants couchés 120 JAR ont

Tableau 2
Moyennes de Pourcentage de plants Couchés à 100 JAR (PC 100), Teneur en Matière Sèche (TMS), Taux de Bulbes 40-60 (TB 46) sur les trois répétitions et pour chaque variété et Taux de Bulbes Sains après 3 mois de conservation (TBS 3) sur deux répétitions

Variétés	Paramètres			
	PC 100 (%)	TMS (%)	TBS 3 (%)	TB 46 (%)
Rouge de Tana	58,87 abc*	20,86 a*	94,48 a*	71,37 a*
Violet de Galmi	63,16 ab	18,20 ab	93,63 a	79,66 a
HA675	12,77 d	12,17 bc	78,32 ab	58,57 a
HA888	43,79 c	9,82 bc	66,82 ab	61,30 a
RCS2211	71,52 a	10,14 bc	56,75 ab	69,70 a
RCS1903	66,63 ab	12,78 bc	45,58 ab	73,90 a
Red Granex	6,72 d	10,84 bc	40,63 ab	76,50 a
Arad	14,78 d	9,09 bc	40,26 ab	70,96 a
Z516	55,57 abc	6,50 c	38,46 ab	11,78 b
RCS2302	51,08 bc	10,61 bc	35,49 ab	77,04 a
Chariot	0,37 d	6,60 c	26,39 ab	70,26 a
Chula Vista	10,10 d	8,23 c	25,28 b	73,10 a
Linda Vista	11,70 d	5,93 c	17,42 b	72,22 a
Rojo	6,00 d	9,39 bc	17,20 bc	68,99 a
Dessex	14,84 d	10,07 bc	14,49 b	73,76 a
RCS1908	12,83 d	6,66 c	13,22 b	68,45 a
PS11390	0,00 d	–	–	–
Moyenne générale	31,22	10,49	44,03	67,35
CV** (%)	22,10	24,50	38,80	14,10
P > F	0,000	0,002	0,002	0,000
ppds*** (0,05)	11,44	5,47	36,45	15,79

* les chiffres d'une même colonne affectés de la même lettre ne diffèrent pas significativement.

** : CV= coefficient de variation.

*** : ppds= plus petite différence significative.

Par rapport au taux de plants couchés à 100 JAR, une différence significative s'affiche entre deux groupes de variétés. Dans le 1^{er} groupe qui comprend les variétés Rouge de Tana, Z516, HA675, HA888, RCS1903, RCS2211 et RCS2302, ce taux est compris entre 42,77 pour HA675 et 71,52% pour RCS2211. Dans le deuxième groupe, ce taux varie de 0 (PS11390) à 14,84% (Dessex).

Lorsqu'un plant d'oignon est totalement couché, tous les éléments nutritifs ont migré des feuilles vers le bulbe (5). Plus le pourcentage de couchage est élevé précocement pour une culture, plus la date de récolte pourra être précoce.

Trois dates de récolte sont observées: 102 JAR pour les variétés Rouge de Tana, Z516, RCS1903,

ainsi été récoltées afin d'éviter les dégâts que les pluies précoces pouvaient causer aux bulbes sains.

3. Composantes du rendement

Nombre total de bulbes récoltés, taux de bulbes sains et de poireaux (Tableau 3)

La variété Z516 a été la moins productive avec une moyenne de 139 bulbes sur les trois répétitions, soit un taux de survie de 48,26%. Les autres variétés ne sont pas significativement différentes entre elles et le nombre total de bulbes varie de 216 (RCS1908) à 270 (RCS1903). Dans ce groupe, les variétés Dessex, Rouge de Tana, PS11390, RCS1903, RCS2211 et RCS2302 ont produit plus de bulbes que le témoin local.

Tableau 3
Moyennes du Nombre Total de Bulbes récoltés (NTB), du Taux de Bulbes Sains (TBS), du Taux de Poireaux (TPOI), et du Rendement Total (Rd T) sur les trois répétitions et pour chaque variété

Variétés	Paramètres			
	NTB	TBS (%)	TPOI (%)	Rd T (%)
RCS1903	271 a*	73,51 a*	21,68 e*	19,00 a*
RCS2302	250 a	52,51 abc	37,18 de	18,28 a
Dessex	253 a	38,42 cde	56,98 cd	18,11 a
RCS2211	266 a	68,99 a	17,82 e	17,25 ab
Chula Vista	241 a	26,28 def	69,40 bc	16,64 ab
PS11390	248 a	0,00 g	97,11 a	15,69 ab
RCS1908	216 a	42,42 bcd	53,03 cd	15,50 ab
Arad	238 a	40,75 bcde	56,16 cd	15,28 ab
Linda Vista	239 a	30,90 cdef	62,49 bc	14,89 ab
Violet de Galmi	247 a	64,07 ab	30,00 de	14,58 ab
HA888	228 a	64,87 ab	28,69 de	14,08 ab
Chariot	240 a	12,88 fg	83,53 ab	13,36 ab
Rouge de Tana	252 a	61,25 ab	36,18 de	12,56 ab
Red Granex	222 a	18,03 efg	77,81 abc	12,56 ab
Rojo	227 a	18,92 efg	78,76 ab	11,17 ab
HA675	219 a	64,78 ab	30,02 de	9,25 b
Z516	139 b	63,25 a	31,35 e	3,03 c
Moyenne générale	235	43,64	51,07	14,19
CV** (%)	9,60	21,00	20,50	20,80
P > F	0,000	0,000	0,000	0,000
ppds*** (0,05)	37,41	15,31	17,47	4,91

*: les chiffres d'une même colonne affectés de la même lettre ne diffèrent pas significativement.

** : CV= coefficient de variation

***: ppds= plus petite différence significative

Les bulbes sains sont fermes et de très bon aspect avec un col bien fermé. Il s'agit de bulbes ayant atteint une maturité normale et ne présentant aucune trace de pourriture ni de blessure. Ce qui donne une grande valeur commerciale aux variétés qui ont un taux élevé de bulbes sains à la récolte. Les poireaux désignent des plants ayant une maturité anormale et dont le feuillage a des difficultés à tomber dans l'intervalle de temps propice à la culture d'oignon.

En considérant les deux caractères bulbes sains et poireaux, trois groupes de variétés se distinguent. Les variétés Dessex, Arad et RCS1908 ont produit un nombre moyen de bulbes sains et de poireaux. Rouge de Tana, Z516, RCS2211, Violet de Galmi, RCS2302, RCS1903, HA675 et HA888 ont produit plus de bulbes sains: 61,25% (Rouge de Tana) à 73,51% (RCS1903); et moins de poireaux: 17,82% (RCS2211) à 36,18% (Rouge de Tana). Les autres variétés ont produit moins de bulbes sains: 0 (PS11390) à 30,90% (Linda Vista); et plus de poireaux: 62,49% (Linda Vista) à 97,11% (PS11390).

La maturité anormale observée chez les poireaux peut être due à la méthodologie adoptée pendant la conduite de l'essai notamment au niveau de la dose d'azote apportée (20 g/m² de NPK) et de la densité (10 cm sur ligne et 20 cm entre lignes) au champ. La production foliaire est retardée chez les plants d'oignon carencés en azote au début de leur vie. En fin de cycle normal, les bulbes ont tendance à présenter une

maturité anormale avec un fort taux de «col épais» (2, 3, 4). Pour les variétés qui ont produit plus de 50% de poireaux, la dose d'engrais NPK pourrait être augmentée à 25, 30 ou 35 g/m² au repiquage au lieu de 20 g/m². La densité au repiquage peut être augmentée en réduisant la distance entre les plants à 8 cm au lieu de 10 cm. Cela favoriserait une croissance végétative rapide en début de cycle. Enfin, les variétés qui ont produit plus de 50% de bulbes sains peuvent être recommandées aux producteurs de bulbes d'oignon.

Calibrage des bulbes (Tableau 2)

Les calibres (diamètre du bulbe à son point le plus large) retenus sont: 20-40, 40-60 et 60-80 (mm). Dans l'ensemble, la classe de bulbes 40-60 est la plus fréquente pour la plupart des variétés avec une moyenne générale de 67,35%, excepté la variété Z516 qui n'a produit que 11,78% de bulbes 40-60. Ce résultat peut être considéré comme satisfaisant dans la mesure où sur le site d'étude, la sélection du matériel végétal et les techniques culturales sont menées afin d'obtenir des bulbes 40-60 pour le Violet de Galmi (10). Cette variété a produit près de 80% de bulbes 40-60 pendant l'essai.

Rendement total (Tableau 3)

L'analyse de ce paramètre montre une différence significative entre les variétés que nous avons clas-

sées en 3 groupes. RCS1903 (19 t/ha), RCS2302 (18,28 t/ha) et Dessex (18,11 t/ha) ont les rendements les plus élevés. HA675 (9,25 t/ha) et Z516 (3,03 t/ha) ont été les moins productives. Les autres variétés ont produit un rendement total moyen qui est compris entre 11,17 t/ha pour Rojo et 17,25 t/ha pour RCS1908.

Le rendement moyen obtenu pendant l'essai (14,19 t/ha pour l'ensemble des variétés et 14,58 t/ha pour le Violet de Galmi) est légèrement supérieur au rendement obtenu sur la station avec le Violet de Galmi (12,81 t/ha). Par contre, il est largement inférieur au rendement maximal attendu pour une culture d'oignon en Côte d'Ivoire qui est de 35 t/ha (7). Les variétés RCS1903, RCS2211 et Dessex considérées comme les plus productives pourraient donner des rendements plus élevés dans de meilleures conditions de culture.

4. Teneur en matière sèche et couleur des bulbes

L'analyse de variance délimite 3 niveaux de matière sèche (Tableau 2). Les variétés Rouge de Tana et Violet de Galmi avec respectivement 20,86 et 18,20% de matière sèche ont un niveau élevé de matière sèche. Le 2^{me} groupe a un niveau moyen de matière sèche compris entre 10,14 (Z516) et 12,74% (RCS1903). Ce groupe comprend également les variétés RCS2302, Red Granex et HA675. Les autres variétés contiennent un faible taux de matière sèche qui varie de 5,93% pour Linda Vista à 10,07% pour Dessex.

Les résultats obtenus ici concordent avec ceux trouvés dans la littérature (5) qui soutiennent que le taux de matière sèche varie entre des niveaux assez bas (7 à 10%) et des niveaux plus élevés (15 à 20%). Les oignons riches en matière sèche sont plus fermes et de ce fait plus résistants aux lésions causées par le transport et la manipulation. Mais ce sont des oignons qui produisent des rendements moins élevés. C'est ainsi que les variétés RCS1903, RCS2302, RCS2211 et Chula Vista qui ont un rendement élevé (17,86 t/ha en moyenne) contiennent moins de matière sèche (10,37% en moyenne). Par contre, les variétés Rouge de Tana et Violet de Galmi qui contiennent plus de matière sèche (19,53% en moyenne) ont un rendement moins élevé (13,57 t/ha en moyenne).

Par rapport à la couleur des bulbes, nous avons 3 groupes de variétés. Les oignons blancs sont représentés par RCS 221 et RCS2302. Les oignons violets sont Red Granex, Rojo, Rouge de Tana et Violet de Galmi. Les autres variétés sont des oignons jaunes.

Nous notons un lien entre la teneur en matière sèche et la couleur des oignons. Rouge de Tana et Violet de Galmi de couleur violette, ont respectivement 20,86 et 18,20% de matière sèche. HA675 et RCS1903 de couleur jaune, ont respectivement 12,17 et 12,78% de matière sèche. RCS2211 et RCS2302 qui sont des oignons blancs, ont respectivement 10,14 et 10,61% de matière sèche.

5. Aptitude à la conservation

Après 3 mois, les variétés Rouge de Tana et Violet de Galmi se maintiennent mieux en conservation avec

respectivement 94,48 et 93,63% de bulbes sains. Chariot, Linda Vista, Rojo, Dessex et RCS1908 ont un faible taux de bulbes sains après 3 mois de conservation. Ce taux varie de 13,22% (RCS1908) à 26,39% (Chariot). Les autres variétés qui forment le groupe intermédiaire, ont un taux de bulbes sains compris entre 35,49% pour RCS2302 et 78,32% pour HA675 (Tableau 2).

Les variétés Rouge de Tana et Violet de Galmi peuvent ainsi être conservées pour une utilisation ultérieure. Par contre, les variétés RCS1903, RCS2302, Dessex, RCS2211 et Chula Vista qui ont produit une moyenne de 17,86 t/ha ne présentent que 24,17% de bulbes sains après 3 mois de conservation. Il serait donc intéressant de les consommer immédiatement après la récolte au risque de ne pas en tirer profit après une longue période de conservation. Par ailleurs les variétés qui forment le 3^{me} groupe, celles qui ont entre 13,22 et 26,39% de bulbes sains après la conservation, font partie des variétés qui contiennent moins de matière sèche et sont des oignons jaunes.

6. Etude des corrélations entre les caractères

L'étude des corrélations révèle des associations significatives entre certains des caractères étudiés. Les plus importantes de ces associations sont les suivantes:

- une corrélation significative négative ($r = -0,858$) entre la date de récolte et le pourcentage de plants couchés à 100 JAR au seuil de 0,1%. Ce coefficient de corrélation permet de dire qu'une variété d'oignon qui atteint vite un niveau élevé de couchage peut être considérée comme précoce puisque la maturité d'une variété d'oignon est fonction du taux de plants couchés;
- le taux de bulbes sains après 3 mois de conservation est corrélé positivement ($r = 0,847$) à la teneur en matière sèche au seuil de 0,1%. De ce fait, une variété qui contient une forte teneur en matière sèche est une variété dont les bulbes se conservent mieux. Les oignons riches en matière sèche sont plus fermes et de ce fait plus résistants aux lésions causées par le transport et la manipulation. Ces lésions peuvent être des voies d'entrée pour les parasites dont les actions entraînent la pourriture des bulbes.

Conclusion

La variété Z516 n'est pas adapté aux conditions de culture. Les variétés Violet de Galmi, Rouge de Tana, Z516, HA675, HA888, RCS1903, RCS2211 et RCS2302 sont des variétés précoces. Après les récoltes, les variétés Violet de Galmi, Rouge de Tana, RCS1903, RCS2211 et RCS2302 ont donné un taux de bulbes sains élevé et un taux de bulbes 40-60 acceptable. RCS1903, RCS2211 et RCS2302 ont un rendement élevé. Rouge de Tana et Violet de Galmi (de couleur violette) ont une forte teneur en matière sèche et se conservent mieux. Aucune des nouvelles variétés n'a fleuri en première année.

Références bibliographiques

1. ANADER – Programme Oignon, 1998, Programme d'action annuel. Budget provisionnel, 1999.
2. Brewster J.L., 1988, Effects of nitrogen supply and photoperiod on bulbing onions pp 161-166. *In*: Proceeding of the 4th EUCARPIA Allium Symposium, I.H.R. Wellesbourne, 5-9 September 1988.
3. Brewster J.L., 1990 a, Physiology of crop growth and bulbing pp 53-88, *in*: H.D. Rabinowitch et J.L. Brewster (Editors), Boca Raton, Floride: CRC Press.
4. Brewster J.L. & Butler H., 1989, Inducing flowering in growing plants of overwintered onions: effects of supplementary irradiation, photoperiod, nitrogen, growing medium and gibberellins. *Journal of Horticultural Science*, 64, 301-312.
5. Currah L. & Proctor F.J., 1993, La culture et la conservation des oignons sous les tropiques. CTA/NRI, 161 p.
6. Davis O., Fondio L. & Moustier P., 1997, Valorisation des échalottes en Côte d'Ivoire pp 173-181. *In*: Actes du colloque "Gestion des ressources génétiques des plantes en Afrique des Savanes" Bamako (Mali) 24-18 février 1997.
7. FAO, 1993, Liste des variétés maraichères recommandées pour la culture en Afrique de l'Ouest. Liste variétale de la Côte d'Ivoire, pp 35-54.
8. Fondio L., 1998, Etude du comportement des variétés d'oignon (*Allium cepa* L.) en Côte d'Ivoire. (Article proposé pour publication dans "Agronomie Africaine").
9. Kuipers J.J., 1982, Expérimentation oignon, campagne 1980-1981. Station expérimentale de Sinématiali. Projet PNUD/FAO/IVC/009 "Développement des cultures maraichères. Expérimentation et formation. Secrétariat d'état à l'agriculture". Côte d'Ivoire, Ferkessedougou, SODEFEL, 37 p.
10. N'Guessan K.J., 1997, Atelier de formation sur la filière semences oignon, la production des semences d'oignon et le contrôle de qualité des semences. Ferké, les 14, 15 et 16 octobre 1997.
11. Rouamba A., 1992, Analyse conjointe par les marqueurs agro-morphologiques et les allozymes de la diversité génétique de populations d'oignon (*Allium cepa* L.) d'Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat. Univ. Paris VI, 141 p.

S. Silué, Ivoirien, DEA de Génétique végétale, DEA de Sciences agronomiques de l'ingénierie biologique, 1^{ère} année de Doctorat à la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Belgique.

L. Fondio, Ivoirien, Centre National de Recherche Agronomique, Station de Recherche sur les Cultures Vivrières (CNRA-SRCV), 01 BP 63, Bouaké 01- Côte d'Ivoire.

M.Y. Coulibaly, Ivoirien, Doctorat d'état ès Sciences Naturelles, Université de Paris XI, UFR Biosciences Laboratoire de génétique, Université de Cocody, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

H. Magein, Belge, Ingénieur agronome, orientation Horticulture, Dr. en Sciences agronomiques, Assistant, Chef de travaux, Chargé de cours part-time à la Chaire d'Horticulture à la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Belgique.

Les performances de la race taurine Somba en milieu paysan

A. Adanléhoussi¹, H. Bassowa², A. Défly³, K. Djabakou³, K. Adoméfa³ & N.T. Kouagou⁴

Keywords: Cattle- Somba race- Barymetry- Zootechnical parameters- Productivity

Résumé

Dans les perspectives d'amélioration et de conservation de la race bovine Somba dans son berceau, une étude de caractérisation morphométrique et zootechnique a été conduite sur la race de novembre 1995 à novembre 1996. La robe pie-noire est dominante suivie de noire-pie, de noire et de fauve. La Somba est un animal de petite taille avec 96,6 cm au garrot et un poids adulte de 172 ± 13 kg. L'équation baryométrique établie pour tous les âges confondus est: $P = 139.10^{-6}(PT)^{2.88}$ avec un coefficient de détermination de 0,98. Le poids à la naissance est de 12 ± 3 kg. Le GMQ est de 96 g/J entre 1 et 2 ans et 104 g/J entre 2 et 3 ans. Le taux de fertilité est de 60,9%. L'âge au 1^{er} vêlage est 5 ans. L'intervalle entre vêlages est de 18 mois. La productivité annuelle par vache est de 0,58 veau par an ou 26,59 kg de veau par an et la productivité pour 100 kg de vache est de 15,92 kg. Ces paramètres montrent que la race taurine Somba est un animal de petite taille et de faible poids mais prolifique avec un taux de fertilité de 60,9% dans les difficiles conditions d'élevage dans lesquelles évoluent les animaux. L'amélioration de son élevage passerait par l'amélioration des conditions d'élevage comme l'alimentation, l'abreuvement et la santé animale; la castration des taurillons nés dans les troupeaux et l'adoption de la traite modérée des vaches pour permettre une bonne croissance des veaux dans les troupeaux.

Summary

The Performances of Somba Cattle Race in Rural Area

Aiming to improve and preserve Somba cattle race in its birthplace, morphometrical and zootechnical characterisations studies have been managed from November 1995 to November 1996. White-black coat is the most represented. It was followed by black-white, black and fawn. The Somba cattle race is small sized with 96.6 cm to the withers and 172 ± 13 kg weight. The barymetrical equation established for all age animals is $P = 139.10^{-6}(PT)^{2.88}$ with a determination coefficient of 0.98. The birth weight is 12 ± 3 kg. The daily weight gains range from 96 g/day between 1 and 2 years to 104 g/day between 2 and 3 years. The fertility rate is 60.9%, and first calving age is 5 years. The interval between calvings is 18 months. The productivity per cow is 0.58 calf a year or 26.59 kg of calf and the productivity per 100 kg of cow is 15.92 kg calf. Those parameters show that the Somba is small sized and height but is prolific with a fertility rate of 60.9% in the harsh conditions in which the animals move. The breeding improvement would pass by the breeding environment improvement as feeding, watering and animal health; the bull-calves castration and to moderate milking in order to insure a better development of calves in the herds.

Introduction

Les bovins Somba appartiennent au groupe de taurins trypanotolérants à courtes cornes d'Afrique de l'ouest (6). Ils sont élevés par les Temberma (Togo) ou Tammari (Bénin). Le berceau de la race est situé à cheval sur le Togo et le Bénin entre $9^{\circ} 38'$ et $10^{\circ} 38'$ de latitude nord. L'effectif de la race bovine Somba dans son berceau est de 8715 au Togo et de 17103 au Bénin (6). Ses caractéristiques zootechniques sont encore mal connues alors qu'elle est aujourd'hui menacée de disparition suite aux croisements anarchiques et aux surexploitations des jeunes mâles. Conservée dans les régions septentrionales du Togo où elle est très appréciée par les populations, cette race mérite qu'on lui accorde une attention particulière. En effet, dans le processus de lutte contre la try-

panosomiase animale, le développement et la promotion de l'élevage des races animales réputées tolérantes à la maladie sont à encourager. Cette approche est moins onéreuse et plus sécurisante pour l'environnement quand on sait que la lutte contre la trypanosomiase fait souvent appel à des insecticides sur animaux ou sur écran dans le combat contre les glossines qui en sont les vecteurs.

Dans le but de parfaire les connaissances sur la race bovine Somba, des travaux de caractérisation morphométrique et zootechnique ont été effectués de novembre 1995 à novembre 1996. Ceux-ci ont porté sur la robe, la barymétrie et les paramètres de productivité.

¹ Institut Togolais de Recherche Agronomique CRA/SH BP. 114, Sokodé, Togo. Tél. (228) 550-06-50. E.mail: adanlehoussia@yahoo.fr (auteur pour la correspondance).

² Institut Togolais de Recherche Agronomique CRA/SS, BP. 129, Kara, Togo.

³ Institut Togolais de Recherche Agronomique, BP. 1163, Lomé, Togo.

⁴ ACAVE., BP. 91, Niantougou, Togo.

Reçu le 26.09.02. et accepté pour publication le 21.03.03.

Matériel et méthodes

Matériel

Au total, 504 animaux ont été suivis dans les villages de Pimini et de Wartéma respectivement dans les cantons de Nadoba et Warango. Le matériel de travail est composé d'instruments de mesure, à savoir un ruban métrique, une canne toise et une balance électronique de marque «Barlo» (socle électronique raccordé à une batterie avec un cadran lumineux interposé) d'une sensibilité de 0,5 kg et d'une portée maximale de 1500 kg, du matériel de contention (couloir, corde) et d'identification (pince et boucles prénumérotées).

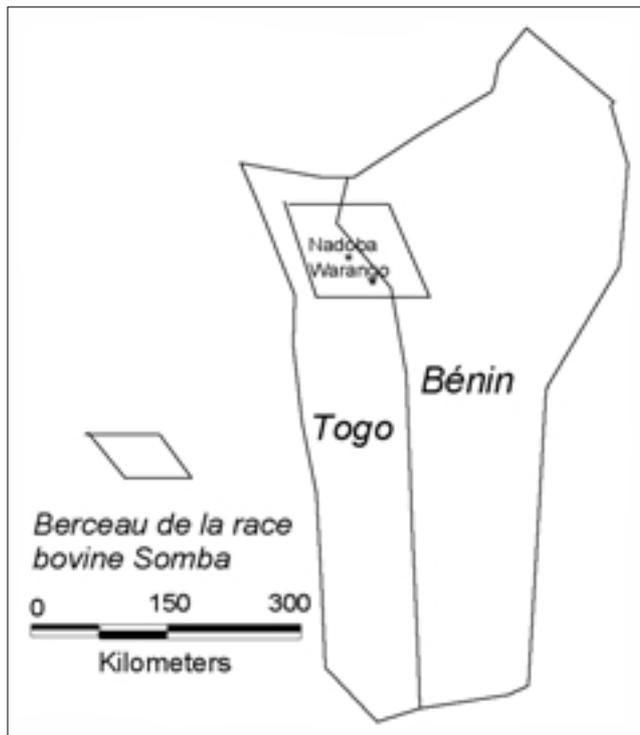


Figure 1: Carte présentant le berceau de la race bovine Somba.

Méthodes

Identification des animaux

Une enquête exploratoire rétrospective a été effectuée auprès des bouviers et a permis de collecter les informations relatives à l'ascendance et à la descendance des animaux.

Des examens de dentition ont été faits pour l'estimation de l'âge des animaux.

Le marquage des animaux a été fait à l'aide d'une pince avec des boucles métalliques pré-numérotées.

Détermination de la robe

Des fiches répertoriant les différents types de robe ont été remplies suite aux examens effectués sur 253 animaux.

Barymétrie

Le travail a été effectué en cinq séances (10 jours / séance) qui ont été organisées tous les trois mois. Les

mesures corporelles prises sur chaque animal sont les suivantes: le poids est pris à l'aide de la balance électronique. La hauteur au garrot (HG) à l'aide d'une canne toise, le périmètre thoracique (PT), la longueur scapulo-ischiale (LSI), la longueur de la hanche (LH), la largeur de la hanche (IH), la longueur de la tête (LT) et la largeur de la tête (IT) sont prises au ruban métrique. Notons que toutes les mesures sont prises après l'immobilisation de l'animal, les pattes en position d'aplomb.

Les mesures baryométriques et pondérales ont porté sur douze classes d'âge.

Productivité

En vue d'apprécier la productivité, des enregistrements hebdomadaires ont été faits dans tous les troupeaux. Il s'agissait de l'enregistrement des dates et des poids à la naissance des veaux en rapport avec leurs mères, des dates des mortalités et l'enregistrement des sorties pour l'autoconsommation, les cérémonies (dots, funérailles etc.) et les ventes.

Traitement des données

La classification des données baryométriques par tranches d'âge et le calcul des moyennes ont été faits à l'aide du logiciel Excel.

L'établissement des équations baryométriques de forme $Y = ax + b$ a été faite à l'aide d'un programme de régression basé sur la méthode de moindres carrés. Celle de la formule allométrique $Y = ax^b$ a été établie par la même méthode après la transformation logarithmique de toutes les données de mensuration et de pesée (5).

Résultats

La robe

Sur un effectif de 253 robes observées, la robe pie-noire représentait 33,59%, suivie de la robe noire-pie (14,62%) et de la robe noire (12,64%). Les robes fauve et pie-fauve étaient représentées quasi dans les mêmes proportions (10,67 et 10,27%). La robe pie n'était représentée qu'à 2,37%. Les robes truitées et mouchetées étaient occasionnellement rencontrées dans les troupeaux.

La barymétrie

Mensurations et poids

Compte tenu des mensurations et des poids, la race bovine Somba se révèle un animal bréviligne ($LSI/HG > 1$). Les pattes sont courtes, le cou est bref et craniallement terminé par une tête massive surmontée de deux petites cornes en forme de croissant. Les cornes sont dirigées vers l'avant ou vers le haut. Il existe des animaux à cornes flottantes.

A l'âge adulte, l'animal mesure entre 96 et 98 cm au garrot. Son périmètre thoracique varie entre 128 et 133 cm. La tête de l'animal mesure en moyenne $41 \pm 1,96$ cm de long et 19 à 20 cm de largeur.

La race bovine Somba est un animal rectiligne avec son chanfrein droit et sa ligne dorsale droite, légèrement inclinée vers l'avant.

Tableau 1
Mensurations et pesées des bovins de race Somba

Tranches d'âge	Effectif	HG (cm)	PT (cm)	LSI (cm)	LH (cm)	IH (cm)	LT (cm)	IT (cm)	Poids (kg)
0-15 jours	29	51,57 ± 3,55	55,28 ± 2,62	51,00 ± 3,35	16,4 ± 0,54	11,00 ± 0,81	18,42 ± 1,39	10,57 ± 2,29	14,16 ± 2,04
15-30 jours	20	57,00 ± 1,29	58,00 ± 1,41	55,15 ± 1,41	18,01 ± 0,5	12,00 ± 0,5	19,5 ± 0,57	11,50 ± 0,57	17,25 ± 1,41
1-3 mois	39	60,28 ± 3,81	65,10 ± 5,31	60,28 ± 5,87	19,00 ± 1,63	13,42 ± 0,78	22,00 ± 2,00	12,16 ± 0,75	22,25 ± 4,50
3-6 mois	80	63,00 ± 3,20	72,75 ± 1,25	65,40 ± 4,65	21,00 ± 0,50	15,00 ± 0,50	24,00 ± 1,25	13,00 ± 0,57	31,25 ± 2,06
6-12 mois	204	70,42 ± 6,47	83,71 ± 7,25	74,42 ± 8,24	24,57 ± 2,30	18,28 ± 1,60	28,57 ± 3,20	14,00 ± 1,15	46,18 ± 12,40
1-2 ans	208	82,60 ± 9,12	100,00 ± 14,01	89,20 ± 12,02	28,00 ± 3,46	23,20 ± 4,26	33,40 ± 4,21	16,00 ± 1,73	81,30 ± 15,88
2-3 ans	216	88,12 ± 4,24	116,43 ± 7,08	101,06 ± 6,69	34,20 ± 1,82	27,06 ± 2,23	37,31 ± 1,88	17,43 ± 1,15	119,00 ± 9,67
3-4 ans	135	93,38 ± 1,63	125,92 ± 1,82	108,00 ± 5,47	35,00 ± 0,81	30,00 ± 1,41	39,50 ± 0,57	18,25 ± 0,50	149,38 ± 5,47
4-5 ans	73	97,06 ± 2,06	128,08 ± 1,91	113,00 ± 1,41	36,00 ± 0,57	31,00 ± 0,50	41,00 ± 0,50	19,39 ± 0,80	158,52 ± 10,80
5-6 ans	78	96,65 ± 0,95	129,75 ± 2,21	114,00 ± 1,25	36,00 ± 0,01	31,68 ± 0,06	41,00 ± 0,50	19,00 ± 0,03	165,33 ± 9,97
6-10 ans	303	96,60 ± 3,84	131,18 ± 6,72	116,63 ± 5,22	37,36 ± 1,56	32,09 ± 2,02	41,54 ± 1,36	19,36 ± 1,20	172,18 ± 13,26
>10 ans	232	96,66 ± 3,80	132,44 ± 5,45	115,61 ± 7,17	37,44 ± 1,14	33,38 ± 1,28	41,11 ± 1,96	20,01 ± 0,94	172,15 ± 15,51

C'est un animal de petit format donc ellipométrique, ultra mineur caractérisé par un poids adulte de 165 à 187 kg.

Chez les animaux adultes, de 6 ans au moins, les mâles paraissent plus lourds que les femelles, 173 ± 14 kg contre 167 ± 10 kg mais le test de Student ne montre pas une différence significative ($t = 0,717$) au seuil de 1%.

Equations baryométriques

A l'issue des mensurations et pesées, des équations baryométriques ont été établies et se présentent comme suit:

Tableau 2
Les équations baryométriques chez les bovins de race Somba

Tranches d'âge	Equations	Coeff. de détermination
0-1 an	$P = 1,13 PT - 49,26$	0,98
1-4 ans	$P = 2,68 PT - 188,31$	0,98
>4 ans	$P = 3,5 PT - 288,25$	0,90
Tous âges confondus	$P = 139.10^{-6} (PT)^{2,88}$	0,98

Performances de production

Les paramètres de production

- Poids à la naissance

Le poids moyen à la naissance de la race bovine Somba était de 12 ± 3 kg tous sexes confondus.

Les velles pèsent à la naissance $11,45 \pm 1,5$ kg en moyenne alors que les veaux pèsent $12,55 \pm 2,4$ kg en moyenne. La différence de poids entre les deux sexes à la naissance n'est pas significative au seuil de 1% ($t = 1,50$).

- Evolution pondérale et le GMQ

La croissance des animaux caractérisée par l'augmentation de poids et de format, est un phénomène physiologique important et déterminant pour la productivité de l'espèce.

Le GMQ (Gain Moyen Quotidien) variait avec les stades de croissance. Dans les troupeaux de Somba étudiés, il est de $93,15$ g/j de la naissance à un an, de 96 g/j entre 1 et 2 ans, de 104 g/j entre 2 et 3 ans, de $82,19$ g/j entre 3 et 4 ans, de $24,65$ g/j entre 4 et 5 ans et cette valeur tend vers 0 au-delà de 6 ans.

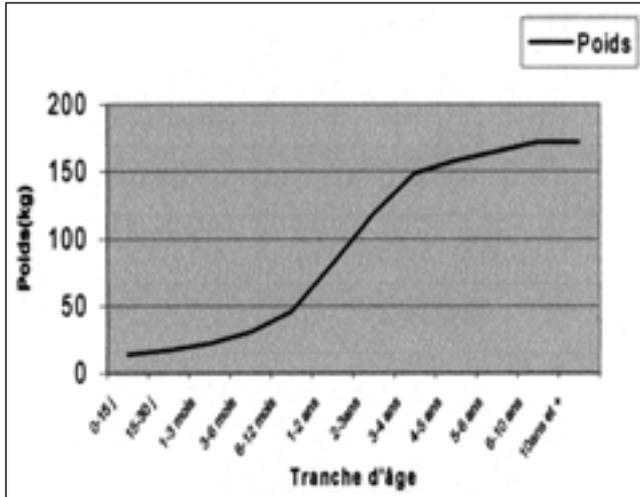


Figure 2: Evolution pondérale des bovins de race Somba.

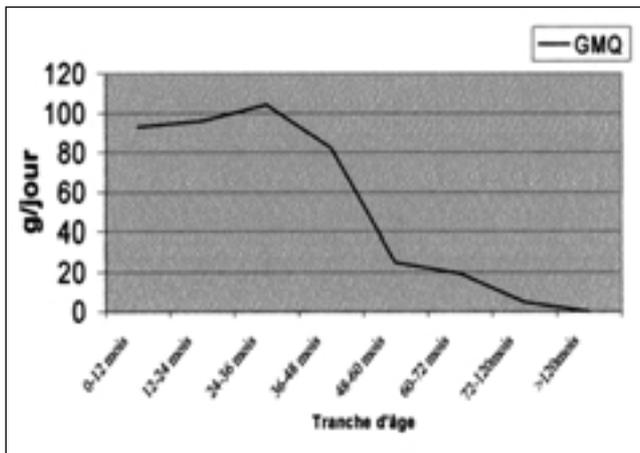


Figure 3: L'évolution du GMQ des bovins de race Somba.

Paramètres de reproduction

- Fécondité

De novembre 1995 à novembre 1996, 112 naissances ont été enregistrées au total sur un effectif moyen des femelles en âge de reproduire de 184, soit un taux de fécondité de 60,9%.

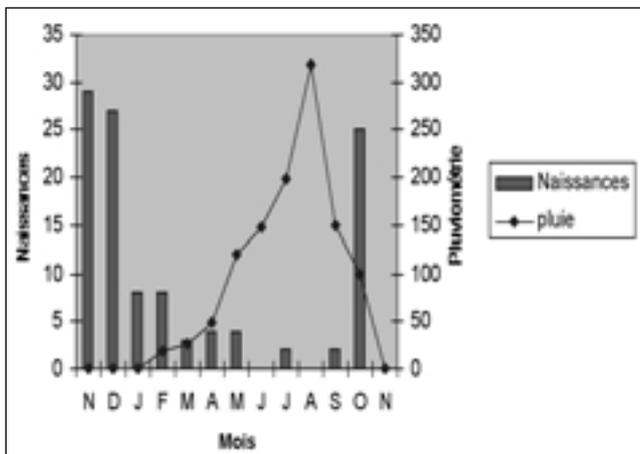


Figure 4: Répartition des naissances et des pluies de novembre 1995 à novembre 1996.

La plupart des veaux sont nés entre octobre et février (saison sèche). Ceci représente 86,59% des naissances avec un pic en novembre (25,89%).

Age moyen au premier vêlage et intervalle entre vêlages.

Tableau 3
Age moyen au premier vêlage et intervalle entre vêlages des bovins Somba

	Age au premier vêlage	Intervalle entre vêlages
Moyenne	1965,21 j (65,50 mois)	554,8 j (18,49 mois)
n	65	50
Ecart-type	495,738	170,975

L'âge au 1^{er} vêlage et l'intervalle entre vêlages sont calculés à partir des informations recueillies auprès des bouviers et des examens de dentition. Les résultats sont à prendre avec réserve et devront être précisés dans des travaux ultérieurs.

Les sorties

- Les mortalités

Sur les 504 animaux impliqués dans la recherche, 17 mortalités ont été enregistrées soit un taux de 3,37%. Les animaux morts entre 1 à 2 ans représentaient 41,17% des mortalités. Des mortalités ont eu lieu tous les mois sauf le mois de juillet. Le mois de juin a été le plus mortel avec 17,64% des mortalités.

- L'exploitation

Hormis les mortalités, les sorties sont destinées aux cérémonies funéraires, aux dots, à la vente et à l'autoconsommation.

Durant l'année de l'étude, les sorties effectuées volontairement des troupeaux se chiffraient à 25 soit un taux d'exploitation de 4,96%. En revanche, les vieilles vaches âgées de 10 ans au moins, représentaient 30,43% des femelles en âge de reproduire. La plus grande partie des animaux sortis a servi pour le socio-culturel soit 52% pour les funérailles et 28% pour les dots. Les 20% restant ont été exploités pour la vente et l'autoconsommation.

La productivité

Tableau 4
La productivité des bovins de race Somba

Paramètres	Valeurs
Viabilité des vaches	98,52 (%)
Taux de fécondité	60,9 (%)
Viabilité des veaux	96,43 (%)
Poids du veau à un an	46 kg
Poids d'une vache	167 kg
Productivité par vache	0,58 veau / 26,59 kg
Productivité pour 100kg de vache	15,92 kg

Compte tenu des différents paramètres précédemment calculés, la productivité est de 0,58 veau soit 26,59 kg de veau produit par vache au cours de l'année. La productivité pour 100 kg de vache est de 15,92 kg.

Elle n'est pas loin des Kapsiki mais en revanche très petite par rapport au Borgou. Ce qui est normal car la Borgou est issue d'un croisement «zébu x Somba». Sur le plan phénotypique, la Somba ressemble beaucoup à la Lagunaire. Suite à leurs études, Moazami-

Tableau 5
Comparaison entre la race Somba et les autres races taurines africaines

Paramètres	Somba milieu Paysan	Race locale: Type Somba-lagunaire (station)	Lagunaire	Kapsiki (8)	Baoulé	Borgou
Format						
HG (cm)	96,6		95 (10)	106-109	99-105 (15)	110 (10)
PT (cm)	132,44		136,3 (9)	140-142	134-141 (15)	145,3 (10)
Poids moyen adulte (kg)	165-187	240 (11) 200-209 (1)	206 (10) 209 (2)	206	181,5 (11) 166-213 (17)	
Production						
Poids de naissance (kg)	12	21,4 (12) 20,6 (1)			14-15,9 (15) 13 (15)	
GMQ (0-8 mois) (g/j)	93,15	341 (11) 208 (1)			154-170 (15)	250 (7)
Productivité de veau pour 100 kg vache (kg)	15,92	29,73 (1)			17,2 (15)	
Reproduction						
Age au 1 ^{er} vêlage (mois)	65,50	36-39 (1)	36-42 (10) 42-48 (2)	48	26 (17)	42 (7)
Intervalle entre vêlages (mois)	18,49	15,3 (1)	18 (10) 24 (2)		14 (16) 19 (15)	15-17 (7)
Taux de vêlage (%)	60,9	65,5(12) 69 (1)	43 (2)		61 (15)	60-65 (3)
Taux de mortalité (%)	3,37	5,3 (1)				65,4 (7)

Discussion

La robe des bovins Somba est comparable à celle des Lagunaires, Kapsiki, Baoulé et Borgou avec la dominance des robes pie-noire et noires suivies des robes rouges (fauve) mouchetées et truitées. Notre étude a révélé une hauteur au garrot (HG) de 96,6 cm pour la race Somba alors que les Lagunaires mesurent 95 cm au garrot, les Kapsiki mesurent 106-109 cm (8), les Baoulés 99-105 cm (16) et les Borgou 110 cm (10). Pour le périmètre thoracique, les Somba mesurent 132,44 cm, les Lagunaires 136,3 cm, les Kapsiki 140-142 cm (8), les Baoulés 134-141 cm (16) et les Borgou 145,3 cm (10). La Somba adulte pèse 165-187 kg alors qu'en station, ce poids est de 240 kg pour la race locale de type Somba-lagunaire à Avétonou (11). Cette race locale, à la différence des Somba au nord et des Lagunaires sur le littoral, constitue un important groupe de bovins qui sont essentiellement des produits de métissage entre les Somba et les Lagunaires appelés communément «race locale» difficilement différenciable des Somba et des Lagunaires du point de vue morphologique (4). En milieu paysan, le poids est de 206-209 kg (2,9) pour les Lagunaires et de 166 à 213 kg pour les Baoulés en Côte d'Ivoire (17). Toutes ces données montrent que la Somba est une race de très petit format très proche des Baoulés.

goudarzi *et al.* (14), par la méthode des analyses factorielles des correspondances et les méthodes d'affectation de Paetkau, de Rannala et Mountain sur 201 animaux (50 Somba, 51 Lagunaires, 50 Borgou, 50 zébus peuls soudanais) caractérisés sur 33 microsatellites, sont parvenus à conclure à l'identité génétique séparée des Somba et des Lagunaires contrairement à ce que certains auteurs pensaient, à savoir que les deux races étaient les mêmes et ne différaient que par leur localisation géographique.

Le poids de naissance de 12 kg enregistré chez les Somba est très inférieur à celui enregistré au centre de recherche et d'élevage d'Avétonou CREAT (12) chez la race locale de type Somba-lagunaire qui pèse 21,4 kg à la naissance. Les Baoulés sur lesquelles ont travaillé Poivey *et al.* (16) sont semblables au Somba par leur poids de naissance de 13 kg. Toujours à Avétonou (15), des poids de naissance de 15,9 kg pour les mâles et de 14,1 kg pour les femelles ont été enregistrés pour les Baoulés. La Somba a un GMQ très faible avant sevrage soit 93,15 g contre 208 g/j (1) et 341 g/j (12) enregistrés pour le type Somba-lagunaire en station. Dans la plupart des études, le plus grand GMQ est souvent enregistré dès la naissance jusqu'à un an d'âge, puis il diminue et tend vers zéro aux âges avancés. Mais il est à remarquer que dans

le cadre de la présente étude, le GMQ le plus élevé a été obtenu au-delà de deux ans d'âge.

Ce comportement du GMQ des Somba en milieu paysan est probablement dû à la traite des mères qui prive les veaux de la quantité de lait nécessaire à leur croissance. Etant tributaire du lait dès la naissance, c'est à l'âge de plus d'un an que les animaux s'affranchissent de leurs mères, s'adaptant progressivement à l'alimentation fourragère et réalisent au mieux leur croissance.

Il faut noter, en outre, que ce GMQ est très faible par rapport à celui de la race Borgou (7). En effet, entre 0 et 8 mois, le GMQ enregistré à Parakou au Bénin (7) chez les Borgou est de 250 g/j contre 93,15 g/j pour les Somba. Le maximum est de 360 g/j chez les Borgou (7) alors que le maximum chez la Somba est de 104,10 g/j. Cette supériorité du GMQ des Borgou par rapport à celui des Somba est toujours liée à son génotype (zébu x Somba).

Les productivités de veau pour 100 kg de vache sont comparables pour la Somba et les Baoulés à savoir, 15,92 kg et 17,2 kg, mais elle est légèrement supérieure chez le type Somba-lagunaire soit 29,73 kg ceci en raison du petit format et de la faible vitesse de croissance des Somba et Baoulés.

L'âge au premier vêlage de 65,5 mois ou 1965,21 jours est supérieur à ceux de 36 à 39 mois enregistrés à la station d'Avétonou chez les Somba-lagunaire (1) et à ceux de 36 à 42 et 42 à 48 mois signalés par Domingo (10) et Agbémélo (2) pour les Lagunaires. Il est également supérieur à celui de 48 mois chez les Kapsiki (8), à celui 26 mois chez les Baoulés (17), de 42 mois chez les Borgou (7) et de 39,8 mois chez les N'dama de Kolda au Sénégal (13).

L'intervalle entre vêlages de 18,49 mois ou 554,8 jours trouvé chez les Somba est comparable à celui de 18 mois signalé pour les Lagunaires (10) et se révèle supérieur à ceux enregistrés pour les autres races soient 15,3 mois pour le type Somba-lagunaire, 14 et 19 mois pour les Baoulés (15,17) et 15 à 17 mois pour les Borgou (7). La grandeur des paramètres comme l'âge au 1^{er} vêlage et l'intervalle entre vêlages peut être due aux probables imprécisions dans la détermination de l'âge des vaches par les informations reçues des bouviers ou obtenues par l'examen des dentitions. Toutefois, elle semble en conformité avec la faiblesse de la vitesse de croissance (GMQ) de la race, faiblesse consécutive à la traite des vaches et aux conditions alimentaires et d'abreuvement difficiles dans lesquelles évolue la race bovine Somba. La puberté et la fécondité étant liées à une bonne croissance, Djabakou (9) disait à ce propos que la manifestation de la puberté chez la jeune et la reprise de la cyclicité ovarienne chez la vache allaitante dépendent de l'évolution pondérale et de l'alimentation des animaux.

Le taux global de vêlage est faible par rapport à ceux enregistrés en station soit, 60,9% contre 65 à 69% à l'Institut National Zootechnique et Vétérinaire (INZV) (1,12). Toutefois, il reste presque comparable à ceux des élevages traditionnels. En effet, 65,4% sont enregistrés chez les Borgou au Bénin (7). Au Togo, il est de 60 à 65% pour toutes les races confondues (3) et de 43% pour les Lagunaires (2).

La répartition des vêlages est comparable à celle observée chez les Borgou (7) où la majorité des naissances intervient en saison sèche, entre novembre et mai, avec un pic en mars-avril. Ce phénomène traduit une adaptation des races à leur milieu. En effet, la plupart des femelles sont en anoestrus pendant la période de disette alimentaire et voient leurs chaleurs (oestrus) apparaître quelques temps après le retour de l'abondance alimentaire. Les vêlages se font l'année suivante en une période favorable pour l'allaitement des veaux, à savoir la saison de récolte où les résidus de récolte viennent s'ajouter au potentiel de production fourragère des pâturages naturels.

Comparativement aux taux de mortalité enregistrés en milieu paysan par divers auteurs, celui enregistré au cours de nos travaux est faible. Le taux global est de 3,37% alors qu'un taux de 6% a été signalé en milieu paysan (3). La faiblesse du taux de mortalité par rapport à ceux enregistrés ailleurs découlerait du fait que le projet d'étude a adopté une stratégie de motivation des éleveurs, stratégie qui a consisté en partie au traitement des animaux malades et au déparasitage des veaux. Le taux d'exploitation de 4,96% est très faible par rapport à celui de 13% signalé en milieu traditionnel (3). A Avétonou, il a été de 27,37% en 1994 (1). Ce taux de 4,96% et la proportion de 30,43% de vieilles vaches montrent que dans le berceau de la race bovine Somba, l'élevage des bovins est un élevage de prestige. Il sert beaucoup plus dans la vie socioculturelle des populations que dans la vie économique des familles.

Conclusion

La race bovine Somba est une race de petite taille, à croissance lente. Vu les conditions d'élevage difficiles et le taux de vêlage de 60,9%, la race peut être considérée comme prolifique.

L'amélioration de son élevage passerait par l'amélioration des conditions alimentaires et d'abreuvement, la formation des éleveurs en matière de gestion de troupeau pour les faire accepter, la réforme régulière des vieilles vaches, la castration des taurillons nés dans le troupeau et l'adoption de la traite modérée des vaches pour permettre une bonne croissance des veaux.

Un travail de sélection doit être opéré pour améliorer les performances et augmenter la productivité de cette race qui est sans doute indissociable de la vie des populations du berceau de la race par son important rôle joué dans la vie socioculturelle du milieu.

Remerciements

Nos remerciements vont à la direction du PLTA (Projet de Lutte Contre la Trypanosomiase Animale) pour les moyens mis à notre disposition et à son personnel pour sa collaboration. Que les autorités traditionnelles et les populations des cantons de Nadoba et de Warango reçoivent, pour leur disponibilité, nos sentiments de profondes gratitude. Nos sentiments de reconnaissance au Comité de rédaction de «TROPICULTURA» en particulier à M^{me} M.-J. Desmet et aux honorables lecteurs pour leurs contributions à l'amélioration de la qualité de cet article.

Références bibliographiques

1. Adanléhoussi A., 1994, Caractéristiques zootechniques des races bovines N'dama, locales et zébu de l'INZV. Rapport d'étude INZV.
2. Agbémélo K.T., 1983, Contribution à l'étude des races bovines autochtones du Togo: la race des lagunes; Mémoire d'Ingénieur des sciences appliquées; Institut Polytechnique Rural de Katibougou, Mali, 98 p.
3. Aklobessi K.K., 1989, Collecte et exploitation des données existantes sur la production animale au Togo. Tome I: - Considérations générales, organismes de promotion de l'élevage, 100 p.
4. Anonyme, novembre 2002, Rapport sur l'état des ressources génétiques animales dans le monde. Rapport National du Togo (en préparation avec la FAO), 66 p.
5. Bidamon E. & Dubois A.M., 1984, Cours de statistique appliquée à l'expérimentation agricole et travaux pratiques. ESA (Ecole Supérieure d'Agronomie), Université du Bénin, Togo, 55 p.
6. CIRDES-Burkina-Faso, PPEA-Bénin, DSRA-INZV-Togo, INRA. JJ. GB-France, UMIL.IZ-Italia, DPALV-Italia, 2000, Race bovine Somba: Sa caractérisation et recherche en vue de son amélioration. Compilation des rapports individuels des partenaires, 130 p.
7. Déhoux J.P. & Hounsou-Vé G., 1992, Productivité de la race bovine Borgou selon le système d'élevage traditionnel au Nord-Est du Bénin. Rapport d'étude n° 1, Projet de développement de l'élevage dans le Borgou Est. M.D.R. Bénin.
8. Dineur B. & Thys E., 1986, Les Kapsiki: race taurine de l'extrême-Nord camerounais. I. Introduction et barymétrie. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. **39** (3-4), 435-442.
9. Djabakou K., Grundler G. & Laré K., 1991, Involution utérine et reprise de cyclicité post-partum chez les femelles bovines trypanotolérantes N'dama et Baoulé. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. **44** (3): 319-324.
10. Domingo A.M., 1976, Contribution à l'étude de la population bovine des états du golfe du Bénin. Thèse de Doctorat Vétérinaire. ACCT Paris, 143 p.
11. Grell H., Freitas E.K., Dékpo K. & Johnson B., 1982, Productivité des races N'dama, taurin-races locales, Zébu peuhl et leurs croisements à la station Trypanotolérance, Recherche et Application. Rapport de séminaire Lomé et Avétonou, pp. 43-61.
12. Grell H., Schlote W., Morkramer G. & Johnson B., 1982, Evolution pondérale des N'dama, race locale et croisements. Trypanotolérance, Recherche et Application. Rapport de séminaire Lomé et Avétonou, pp. 62-69.
13. Guey E., Fall A. & Diop M., 1982, Production du N'dama en station Trypanotolérance, Recherche et Application. Rapport de séminaire Lomé et Avétonou, pp. 70-75.
14. Moazami-Goudarzi K., Bélemsaga D.M.A., Ceriotti G., Laloë D., Fagbohoun F., Kouagou N.T., Sidibé I., Codjia V., Crimella M.C., Grosclaude F. & Touré S.M., 2001, Caractérisation de la race bovine Somba à l'aide de marqueurs moléculaires. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. **54** (2), 129-138.
15. Morkramer G. & Dékpo K., 1984, Caractéristiques d'un troupeau Baoulé. Trypanotolérance et production animale, 3, 55-58.
16. Poivey J.P., Landais E. & Seits J.L., 1980, Utilisation de la barymétrie chez les races taurines locales de Côte d'Ivoire. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. **33** (3), 311-317.
17. Tideri E., Serres H., Richard D. & Ajuziogu J., 1975, Etude d'une population taurine de race Baoulé en Côte d'Ivoire. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. **28** (4), 499-511.

Adanléhoussi, Togolais, Ingénieur Agronome Zootechnicien, DEA en Biologie du développement: Nutrition et Reproduction. Chef Programme Bovins à l'ITRA, B.P. 114, Sokodé, Togo.

H. Bassowa, Togolais, Ingénieur Agronome Zootechnicien. Responsable Pêche Continentale à l'ITRA, B.P. 129, Kara, Togo.

A. Défly, Togolais, Ingénieur des Sciences Appliquées. Chef Programme Aviculture à l'ITRA, B.P. 1163, Lomé, Togo.

K. Djabakou, Togolais, Docteur en Médecine Vétérinaire. Chef Programme Biotechnologie Animale à l'ITRA, B.P. 1163, Lomé, Togo.

K. Adoméfa, Togolais, Docteur en Médecine Vétérinaire. Coordonnateur Scientifique des Productions Animales de l'ITRA / Coordonnateur du Réseau Elevage CORAF, B.P. 1163, Lomé, Togo.

N.T. Kouagou, Togolais, Docteur en Médecine Vétérinaire. ACAVET, B.P. 91, Niantougou Togo.

La production laitière périurbaine au sud du Sénégal. Saisonnalité de l'offre et performances économiques

P.N. Dieye¹, G. Duteurtre², M.M. Sissokho³, M. Sall⁴ & D. Dia⁵

Keywords: Senegal- Supply- Milk- Peri urban- Seasonality- Costs- Margins

Résumé

La filière périurbaine de Kolda (sud du Sénégal) a fait l'objet de cette étude à travers l'analyse des flux physiques et la décomposition des coûts et des marges. La production moyenne journalière des exploitations périurbaines est de 8,9 litres en saison sèche et 12,4 litres en saison des pluies. Les taux de commercialisation respectifs de 75% et 52% pendant les mêmes périodes témoignent d'une forte orientation marchande de ce système particulièrement en saison sèche. Les marges bénéficiaires par litre sont de 64,5 FCFA à la production et 76,4 FCFA à la transformation. Malgré des performances intéressantes sur le plan technique, organisationnel et économique, la filière reste vulnérable du fait de l'incertitude de l'offre. La saisonnalité de la production se répercute sur les niveaux d'approvisionnement et les prix du marché. La pérennité de la filière passe ainsi par la mise en place d'arrangements contractuels pour sécuriser l'offre, la réduction des coûts de production, l'organisation des acteurs et l'amélioration de son environnement institutionnel.

Summary

Peri Urban Milk Production in Southern Senegal. Seasonality of Supply and Economic Performances

Peri urban milk system of Kolda (South of Senegal) made the object of this survey through the physical flux analysis and the decomposition of costs and margins. The daily mean production of peri urban exploitations is 8.9 liters in dry season and 12.4 liters in rainy season. Rates of marketing are respectively 75% and 52% during the same periods and show a strong market orientation of this system, particularly in dry season. The profit margins by liter are 64.5 FCFA for the production and 76.4 FCFA for the transformation. In spite of the interesting performances on the technical, organizational and economic plan, the system remains vulnerable of the fact of the uncertainty of the supply. The seasonality of the production is transmitted to the levels of supply and market prices. The durability of the peri urban system depends on the contractual arrangements for a secure supply, the reduction of production costs, the organization of actors and the improvement of the institutional environment.

Introduction

Au Sénégal, le marché du lait est caractérisé par un important déséquilibre entre l'offre locale et la demande. Les importations de lait constituent la principale source de couverture des besoins de consommation. La dépendance accrue de la demande vis-à-vis des importations de produits laitiers est à l'origine d'une sortie importante de devises dont le montant est passé 30 milliards avec la dévaluation du Franc CFA (4). La réduction des importations et le relèvement du niveau de consommation laitière *per capita* de 27 à 35 litres en 2003 constituent des objectifs stratégiques majeurs assignés au sous-secteur élevage (5). Dans cette optique, des initiatives d'amélioration de la production laitière locale se sont développées après la dévaluation dans les régions du sud du Sénégal notamment à Kolda (Haute Casamance). L'émergence de la filière lait périurbain pour l'approvisionnement de la ville de Kolda en lait et produits laitiers date de 1996. Cette filière repose sur l'amélioration du système traditionnel de production laitière. Face à la concurrence des filières d'importation, une interroga-

tion importante porte sur la capacité de ces systèmes à assurer un approvisionnement régulier et une couverture satisfaisante de la demande des consommateurs urbains. Notre étude vise, par l'analyse des flux et des performances économiques du marché du lait, à apporter des éclairages sur les potentialités et les possibilités des filières locales à répondre à cette demande.

Matériel et méthodes

La zone de Kolda, située au sud du Sénégal recèle d'importantes potentialités agropastorales. Le climat est de type soudano-guinéen avec une saison des pluies s'étalant de juin à octobre et une saison sèche plus longue de novembre à mai. La pluviométrie moyenne est de 1000 mm par an. Le système de production est de type agropastoral. L'agriculture repose sur la polyculture vivrière à base de céréales (maïs, sorgho, mil, riz) associée aux cultures de rente (arachide et coton). L'élevage extensif de bovins et de

^{1,3,4,5} Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)/Centre de Recherches Zootechniques de Kolda, BP 53, Kolda, Sénégal.

² Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)/Bureau d'Analyses Macroéconomiques, BP 3120, Dakar Bel Air, Sénégal.

Reçu le 25.03.03. et accepté pour publication le 24.04.03.

petits ruminants y est associé et joue un rôle socio-économique important pour les populations de zone comme source de revenus monétaires et de protéines animales. La production laitière, assurée par des races taurines locales de type N'dama, est saisonnière: abondante en saison des pluies, elle est suspendue en saison sèche. Ces fortes variations sont dues à l'impact du climat sur la disponibilité en eau et en pâturages. Le lait est donc traditionnellement un produit de saison des pluies. Il est auto-consommé en priorité, les surplus étant commercialisés en ville sous forme de lait caillé (1).

Pour accroître l'offre locale en saison sèche, un dispositif de ceinture laitière périurbaine est promu depuis 1993 par le Centre de recherches zootechniques de Kolda de l'ISRA en collaboration avec plusieurs partenaires dont la SODEFITEX et l'ONG Vétérinaires Sans Frontières. Ce programme repose sur l'étiement de la saison de la traite au sein des exploitations traditionnelles par l'utilisation de techniques d'élevage en stabulation. La production est rendue continue grâce à l'apport de suppléments alimentaires et de soins sanitaires aux vaches en lactation. La promotion de ce paquet technique passe aussi par une meilleure organisation de la commercialisation du lait pendant la saison sèche afin de viabiliser les débouchés.

Plusieurs études ont souligné le succès rencontré par ce modèle de développement laitier périurbain (1, 3, 9). Toutefois, les partenaires ont reconnu la nécessité de poursuivre les recherches d'accompagnement afin de mieux comprendre les blocages à un développement plus rapide de ce secteur.

Dans ce cadre, le système périurbain de collecte, transformation et commercialisation du lait a été étudié en utilisant une approche filière. L'approche filière peut être utilisée en faisant référence aux coûts et marges, les technologies et types de produits, la localisation géographique, les logiques et modes de coordination des acteurs (2). Dans le cadre d'un programme de suivi-évaluation, le repérage spatial des activités et des flux a été couplé à une analyse des performances par la détermination des coûts et des marges ainsi que la formation des prix le long de la filière. A la production, un échantillon de 40 exploitations sur les 72 impliqués dans la commercialisation du lait a été ciblé pour cette étude. Les niveaux de production et de commercialisation ont été précisés ainsi que les coûts et bénéfices à la production. A la transformation, l'analyse des flux physiques a porté sur les quantités mensuelles collectées et transformées durant l'année 2001 par les cinq mini-laiteries de la ville. Un compte de résultat de référence a été élaboré en ciblant la mini-laiterie la plus importante qui transforme près de 51% de la production totale collectée. Les marges à la commercialisation ont été déterminées pour l'ensemble des soixante-dix points de vente de la ville de Kolda.

Résultats

Structuration de l'approvisionnement et variation des flux

L'approvisionnement du marché de Kolda en lait local se fait à partir des communautés rurales proches de la ville par des circuits courts. Les villages de production sont répartis dans deux bassins situés au nord et au

sud à une distance moyenne de 13,1 km de la ville de Kolda, le plus près à 7,4 km et le plus éloigné à 26,7 km (Figure 1). Pendant la saison des pluies, les conditions de production sont très favorables avec l'abondance de l'eau et des pâturages de qualité et en quantité. En saison sèche, le marché est approvisionné presque uniquement par les exploitations pratiquant la stabulation. L'importance des ventes directes rend difficile l'évaluation des flux, notamment en saison des pluies. Cependant, en se référant aux performances zootechniques moyennes des troupeaux extensifs rapportées dans la zone (8), on peut estimer la production potentielle totale de saison des pluies à près de 3000 litres/jour pour les quatre communautés rurales autour de Kolda.



Figure 1: Bassins d'approvisionnement en lait de la ville de Kolda.

La production est commercialisée suivant plusieurs circuits: la plus grosse partie du lait est vendue directement aux consommateurs. Ces ventes directes se font soit sur le marché central de Kolda, soit par des ventes à domicile. Une partie du lait est aussi commercialisée par l'intermédiaire de kiosques. Enfin, une faible proportion du lait est livrée aux cinq mini-laiteries de la ville. Les mini-laiteries sont des petites entreprises individuelles ou des groupements d'intérêt économique de type familial avec des capacités

moyennes de transformation variant entre 25 et 150 litres par jour. Les exploitations suivies commercialisent en moyenne 6,6 litres en saison sèche et 7,2 litres en saison des pluies, ce qui correspond respectivement à 75% et 52% de leur production totale. Les exploitations pratiquant la stabulation montrent donc un fort engagement commercial. Ces moyennes cachent évidemment de fortes disparités dans l'espace mais également dans le temps (Figure 2).



Figure 2: Carte des variations saisonnière de la production laitière de la zone.

En 2001, les mini laiteries ont collecté et transformé un total de 113 626 litres de lait. Le bassin sud est la principale zone d'approvisionnement de ces mini-laiteries avec 58,3% des villages; 41,7% des producteurs et 63,8% des effectifs animaux. Les quantités produites dans le bassin sud et livrées aux laiteries en 2001 s'élèvent à 67 529 litres soit 59,4% de la production totale dont 36 522 litres en saison sèche. Les quantités collectées dans le bassin nord s'élevaient à 19 490 litres soit 17,2% de la collecte des laiteries. Les livraisons irrégulières de divers producteurs représentent 23,4% des approvisionnements. Les quantités collectées (Figure 3) sont plus importantes pendant la saison sèche (février à mai) et diminuent sensiblement en saison des pluies (juin à septembre) et en début de saison sèche (décembre à janvier). Ces observations témoignent ainsi d'une forte saisonnalité de la collecte mais différente de la situation espérée, à savoir des quantités plus importantes en saison des pluies.

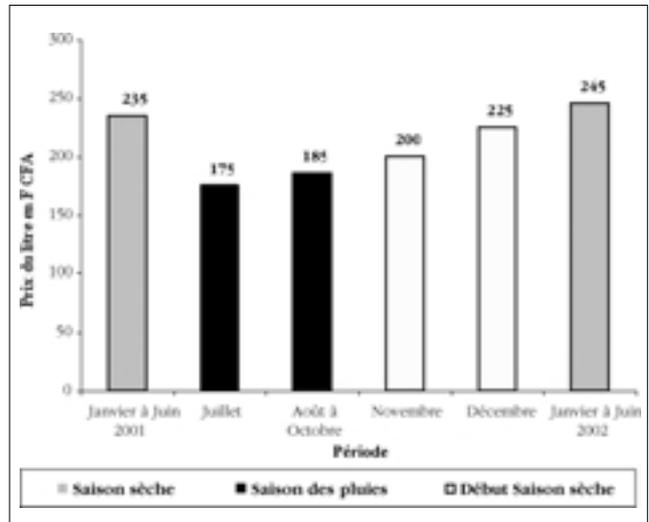


Figure 3: Variations saisonnières de la collecte du lait par les mini-laiteries.

Les mini-laiteries se positionnent ainsi comme un marché important du lait produit pour les exploitations pratiquant la stabulation en zone périurbaine de Kolda, particulièrement en saison sèche. Les mini-laiteries produisent du lait fermenté sucré et non sucré, du lait frais pasteurisé et de l'huile de beurre. Le lait fermenté sucré constitue le principal produit avec plus de 60% de la production totale. Les produits présentés dans des emballages plastiques de 1/4 et 1/2 litre, sont écoulés sur le marché local à travers un réseau de commerce de produits alimentaires, exception faite de l'huile de beurre destiné au marché de Dakar.

Performances économiques et formation des prix

En moyenne, sur les 40 exploitations suivies, les coûts de production sont plus importants pendant la saison sèche. Le coût de l'alimentation (et principalement de la graine de coton qui est en moyenne de 104,1 FCFA/litre de lait produit) constitue 88,9% du prix de revient du litre de lait à la production. Le coût de la main-d'œuvre pour le transport du lait est en moyenne de 10,9 FCFA par litre produit avec un maximum de 29 FCFA. Les charges sanitaires qui s'élèvent à 2,3 FCFA par litre produit sont les moins importantes. La marge bénéficiaire moyenne par litre de lait est de 67,7 FCFA (Tableau 1).

Cette marge ne prend pas en compte le coût de la fane d'arachide qui provient des champs des producteurs. En prenant en compte un coût d'opportunité de la fane de 15 FCFA le kilogramme sur le marché de Kolda, on obtient une marge moyenne de 41,6 FCFA par litre. En ce qui concerne l'apport de la main-d'œuvre familiale, il a été rapporté pour les opérations de production liées à la stabulation un temps de travail horaire moyen de 3,2 heures par jour consacrés à la conduite aux pâturages, la traite, l'apport de suppléments et l'abreuvement (3). En tenant compte d'un coût d'opportunité de 200 FCFA par heure correspondant à la rémunération du travail temporaire dans la zone, la marge bénéficiaire par litre à la production reste positive.

Tableau 1
Comptes de production du lait dans les exploitations suivies

Profil journalier de la production et la vente	
• Nombre d'exploitations	40
• Production/jour (litres)	8,9 ± 4,5
• Autoconsommation (litres)	2,2 ± 1,2
• Production vendue /jour (litres)	6,6 ± 3,9
• Taux de commercialisation (%)	75
Coûts et marges par litre de lait produit en FCFA	
Coûts variables	
• Alimentation	
Graine de coton	104,1 (58,1-151,1)
Fane d'arachide *	26,2 (0-275)
• Soins sanitaires	2,3 (0,3-9,2)
• Main-d'œuvre (Transport du lait)	10,9 (0-29,2)
Prix de revient	143,4
Prix de vente	185
Marge	41,6

(...) Variations

* Le fane d'arachide appartient aux producteurs. Son coût est déterminé ici en se référant au coût d'opportunité sur le marché de Kolda qui est de 15 FCFA.

FCFA= Franc Communauté Financière Africaine; 1 euro= 655,957 FCFA.

Durant la saison des pluies, les charges de main-d'œuvre constituent le principal coût. La production ne nécessite pas de suppléments alimentaires mais le recours à un berger pour le gardiennage, la conduite aux pâturages de l'ensemble du troupeau de l'exploitation. Dans ce cas, le berger bénéficie soit d'un salaire mensuel sur la base du nombre total d'animaux ou par animal (entre 500 et 1000 FCFA par tête), soit est rémunéré en nature en bénéficiant dans ce cas de la totalité de la traite d'un jour de la semaine. Les marges bénéficiaires deviennent ainsi plus importantes pendant cette période.

A la transformation, les charges variables constituent 95,8% des charges totales. L'achat de lait avec 66,4% des charges totales constitue le principal coût. Les autres charges de la laiterie sont constituées par le sucre et les arômes (12,9%), l'emballage (8,6%), l'énergie (3,8%), le transport (2%), les produits d'entretien (1,4%), l'eau (0,5%) et les réactifs de contrôle (0,2%). Les charges fixes portent uniquement sur la main-d'œuvre salariée. Les résultats financiers rapportés aux types de produits montrent que les marges les plus importantes sont obtenues sur le lait fermenté sucré 1/2 litre et l'huile de beurre avec respectivement 76,4 FCFA et 1311,1 FCFA par litre (Tableau 2).

La vente des produits laitiers procure aux distributeurs une marge moyenne journalière de 994 FCFA par vendeur variant de 250 à 5000 FCFA selon les quantités vendues. Les points de distribution sont pour l'essentiel (70%) concentrés au centre ville et les quar-

tiers aux alentours. Ces commerces sont gérés en majorité par 81,4% d'hommes pour 18,6% de femmes. Les points de distribution appartiennent à des individuels (82,9%) tandis que 10% appartiennent à des familles et 7,1% à des GIE. Le commerce de produits alimentaires constitue l'activité principale pour 91,4% des distributeurs. La vente des produits se fait toute l'année pour 94,3% des distributeurs. Parmi les distributeurs, 85,7% travaillent à temps plein et 5,7% à temps partiel. En dehors des produits des laiteries, ces boutiques commercialisent également les autres produits de type européen (laits concentrés, laits stérilisés, laits en poudre, fromage et beurre).

Les variations saisonnières des coûts de production et de transformation se reflètent sur l'évolution des prix sur le marché. Le prix du litre à la production de 235 FCFA entre janvier et juin 2001, a diminué en juillet avant de réamorcer une hausse entre août et décembre passant de 185 FCFA à 225 FCFA et a atteint 245 FCFA pendant la saison sèche suivante de janvier à juin 2002 (Figure 4). En ce qui concerne la formation des prix, il n'existe pas de distorsions liés à des prix contrôlés. En saison sèche, le prix à la production fait l'objet d'un accord entre les producteurs et les gérants de laiterie. Ces accords sont renégociés pendant la période de forte offre correspondant à la saison des pluies. Cependant, contrairement à la saison sèche, le prix en saison des pluies est difficilement applicable du fait de la possibilité d'approvisionnement moins cher des laiteries au niveau du marché.

Tableau 2
Compte de résultat 2001 de la mini-laiterie «Le Fermier» par type de produit

Charges	Types de produits				
	Lait Frais Pasteurisé 1/2 litre	Lait Fermenté Sucré 1/2 litre	Lait Fermenté Sucré 1/4 litre	Lait Fermenté Non Sucré	Huile de Beurre
Achat de lait	1 293 725	2 564 634	5 157 207	2 587 915	324 071
Sucre		739 569	1 547 461		
Emballage	166 125	332 280	664 560	332 265	46 400
Energie (Gaz et électricité)	74 968	148 613	298 845	149 962	6 212
Entretien	27 659	54 830	110 256	55 327	6 928
Eau	9 762	19 352	38 914	19 527	2 445
Contrôle du lait	3 905	7 741	15 565	7 811	978
Transport	40 696	80 673	162 225	81 406	
Charges variables totales (FCFA)	1 616 840	3 977 662	7 995 033	3 234 213	387 034
Charges Fixes (FCFA)	81 024	160 618	322 986	162 076	20 296
Charges Totales (FCFA)	1 697 864	4 138 280	8 318 019	3 396 289	407 330
Produits					
Quantités de lait (litres)	5 537	11 076	22 152	11 076	928
Valeur (FCFA)	1 937 950	4 984 200	8 860 800	3 876 600	1 624 000
Marge par produit	240 086	845 920	542 781	480 311	1 216 670
Prix de revient du litre (FCFA)	306,6	373,6	375,5	306,6	438,9
Prix de vente du litre (FCFA)	350	450	400	350	1 750
Marge par litre en FCFA	43,4	76,4	24,5	43,4	1 311,1
(Part de la marge %)	(12.4)	(17)	(6.1)	(12.4)	(75)

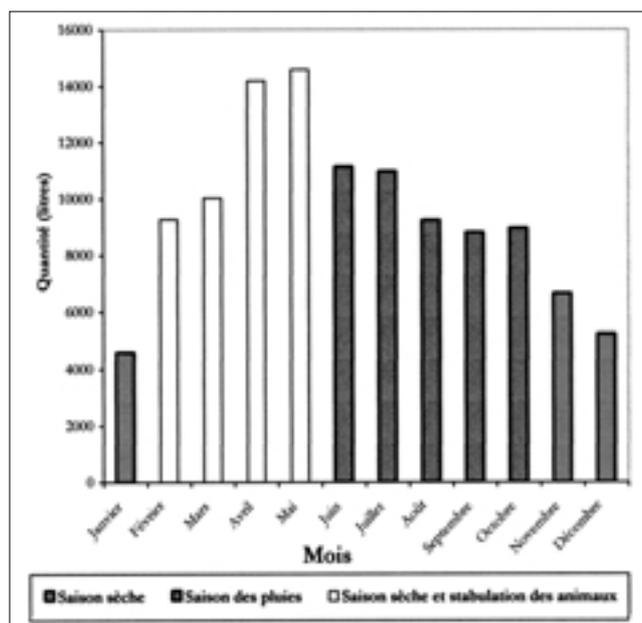


Figure 4: Evolution du prix du litre de lait au producteur de janvier 2001 à juin 2002.

De 1996 à 2002, le prix à la production est passé de 125 FCFA à 200 FCFA en saison des pluies et de 150 FCFA à 245 FCFA en saison sèche soit des augmentations respectives de 60% et 63% en 7 ans. Dans le même temps, les prix à la consommation des produits des mini-laiteries sont passés de 300 à 400 FCFA

pour le litre de lait fermenté non sucré et le lait pasteurisé, et de 450 à 600 FCFA par litre pour le lait fermenté sucré. Cependant, la variabilité des prix à la consommation au niveau du marché de Kolda est limitée par les capacités d'achat faibles des consommateurs. Selon des enquêtes du groupement GRET-ENDA non encore publiées (6), le seuil de sensibilité du prix du lait fermenté sucré qui est le produit le plus consommé se situerait entre 125 FCFA et 175 FCFA/sachet de 250 ml, soit entre 500 et 700 FCFA/litre. Au-delà de ce prix, bien que mesurant les risques hygiéniques, les consommateurs se rabattent sur le lait fermenté artisanal ou traditionnel moins cher et accessible à la majorité.

Discussion

La filière périurbaine d'approvisionnement en lait et produits laitiers de Kolda se caractérise par une forte saisonnalité de l'offre. Chez les exploitations suivies, le niveau de commercialisation de 75% témoigne d'une orientation marchande plus accentuée en saison sèche. Les facteurs explicatifs de cette saisonnalité sont certes liés aux niveaux de production mais également à l'organisation de la filière et à l'accès au marché. Le marché semble mieux structuré en saison sèche. Le lait produit au niveau d'un nombre limité d'exploitations est destiné principalement à l'approvisionnement des mini-laiteries. En effet, dans les pratiques des producteurs de la zone, la saison sèche correspond à une période de suspension de la traite du fait de la rareté

faction des pâturages et de la diminution de leur valeur nutritive. L'approvisionnement du marché en lait est assuré uniquement par les élevages pratiquant la stabulation et la supplémentation des vaches en lactation avec des sous-produits agricoles locaux (graine de coton, tourteau de sésame). Le prix du lait est ainsi plus rémunérateur pendant cette période de forte demande alors que l'offre est contrôlée par un petit nombre de producteurs. Dans les habitudes de consommation des populations de la zone, la saison sèche coïncide également aux périodes de fortes chaleurs où le lait est très utilisé comme boisson rafraîchissante.

La période de juin à août de la saison des pluies correspond au pic de reproduction avec 50% des vêlages (9). Les conditions de production très favorables militent en faveur d'une offre importante en lait sur le marché. Néanmoins, les taux de commercialisation dans les exploitations suivies sont plus faibles. Ceci s'explique par le fait que la consommation domestique au sein des exploitations est plus importante pendant cette période. Les producteurs vendent également leur lait directement aux consommateurs urbains et aux laiteries artisanales délaissant alors les laiteries. La saison des pluies correspond également à une période de forte mobilisation de la main-d'œuvre familiale. Un arbitrage est ainsi effectué au niveau des exploitations pour son utilisation entre les activités de diversification des revenus comme le transport et la vente du lait en ville et les travaux agricoles (semis, entretien, récolte et commercialisation). La filière est ainsi mieux organisée en saison sèche, quand les agropasteurs ne sont pas impliqués dans des activités agricoles (1). Dans le cas des filières artisanales comme celle de Kolda, la fidélisation des producteurs à travers la constitution de réseaux pourrait permettre de limiter les incertitudes concernant l'approvisionnement et la commercialisation du lait. Ces réseaux qualifiés de primaires (10) permettent de réduire les risques de gestion. Les liens privilégiés comblent le déficit dans la circulation de l'information mais également permettent de pallier aux risques relatifs à la forte saisonnalité de l'offre (incertitude de l'approvisionnement) et de la demande (faibles revenus des consommateurs).

Les possibilités limitées d'accès au marché expliquent également la délimitation spatiale des bassins d'approvisionnement à moins d'une trentaine de kilomètres de Kolda. En Afrique subsaharienne, le caractère dégradé des systèmes de transport ville campagne justifie la production de denrées périssables notamment les légumes et les produits laitiers à proximité des centres urbains (7). En effet, la distance du lieu de production par rapport à la ville constitue un facteur clé dans les échanges. Dans le cas des activités agricoles, cette contrainte est soulignée par Heinrich Von Thünen. Son modèle des six cercles concentriques autour du pôle urbain permet d'expliquer le rapport entre la localisation géographique, le niveau d'intensification et le coût des facteurs comme la terre et le transport. Dans le cas du lait frais, même si sa durée de conservation peut être prolongée, sa faible valeur volumique rend son coût de transport élevé (11). Le coût du transport est moins important dans le cas de cette filière, du fait qu'il est basé sur les quantités de lait et non la distance comme

dans certaines villes africaines comme Moundou au Tchad (2). Cependant, l'enclavement des zones de production, les matériels rudimentaires de collecte et transport du lait ont des incidences sur l'approvisionnement du marché en produits de qualité et en quantité suffisante. La collecte et le transport collectif du lait constituent des solutions à ces contraintes par des économies d'échelle sur les charges de main-d'œuvre.

Les performances économiques au niveau des différents secteurs de la filière sont fortement liées à la saisonnalité de l'offre. Les variations à la hausse des coûts à la production sont répercutées sur les prix à la consommation. Face à la variabilité du prix d'achat du lait, la maîtrise de l'approvisionnement et la réduction des coûts y attendant sont indispensables pour améliorer les marges. Les différentes imperfections de l'offre se répercutent sur les prix des produits laitiers à la consommation qui varient en fonction des prix aux producteurs. L'amélioration des marges bénéficiaires passe par une réduction des charges alimentaires, des économies sur le coût de la main-d'œuvre mais également une diversification de la production en ciblant les produits de forte valeur ajoutée comme l'huile de beurre et les fromages et qui ont une durée de conservation plus longue. Les mini-laiteries doivent également développer des stratégies de différenciation mettant l'accent sur l'origine terroir et la qualité de leurs produits et leur permettant d'occuper des marchés de niche. L'asymétrie d'information est forte dans le cas des consommateurs du fait de l'absence d'institutions de régulation et de structures de pression (organisation de consommateurs) pour pouvoir s'informer sur les produits mis à leur disposition et juger du rapport qualité et prix à payer. La prise en compte de la nature des produits mis sur le marché notamment leur qualité peut constituer une voie de recours pour faciliter les relations d'échanges entre acteurs amont et aval. Des arrangements contractuels avec un système de prix basé sur la qualité pourraient garantir contre les risques de comportements opportunistes des différents acteurs: fraude sur la qualité, refus de lait pour des problèmes de surplus d'approvisionnement ou approvisionnement moins cher.

Conclusion

La dévaluation du Franc CFA a créé un nouveau contexte de marché favorable au développement de la production laitière locale. L'émergence d'une filière périurbaine a permis la diversification des activités et la garantie de revenus réguliers aux producteurs. Malgré les bonnes performances sur le plan technique, organisationnel et économique, la filière locale est encore vulnérable par rapport aux importations de poudre de lait. L'amélioration de la compétitivité prix du lait local passe par la réduction des coûts de production et principalement les charges alimentaires pendant la période de saison sèche où le marché est plus intéressant. La pérennité de la filière dépendra également des stratégies mises en place par les mini-laiteries pour sécuriser leur approvisionnement, améliorer les marges par la réduction des coûts de transformation, diversifier des produits mis sur le marché et garantir l'écoulement de leurs produits. En effet, mal-

gré la concurrence des produits fabriqués à base de poudre, les produits laitiers locaux disposent encore d'une marge de progression importante en ce qui concerne le marché. Ces produits sont perçus par les consommateurs comme des produits de meilleure qualité. Le critère de qualité peut ainsi constituer un créneau important pour le positionnement des produits des mini-laiteries sur le marché local mais également la conquête de nouveaux marchés et l'amélioration de sa compétitivité. Les initiatives doivent ainsi

s'orienter à la structuration de démarches qualité entre les acteurs amont et aval et à travers des dispositifs institutionnels privés et publiques d'appui aux filières.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du pôle de services ISRA-CRZ Kolda/SODEFITEX/VSF. Les auteurs remercient la coopération suisse à travers son bureau d'appui de Dakar pour le soutien financier.

Références bibliographiques

1. Dieye P.N., Faye A., Seydi M. & Cissé S.A., 2002, Production laitière périurbaine et amélioration des revenus des petits producteurs en milieu rural au Sénégal. *Cahiers agriculture*, 11, n° 4: 251-7, 251-257.
2. Duteurtre G. & Atteyeh A., 2000, Le lait à Moundou, témoin de l'intégration marchande des systèmes pastoraux au sud du Tchad. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 53 (3), 299-306.
3. Fisher M., Dieye P.N. & Faye A., 1996, The socio-economic impact of stabling technology in the region of Kolda. Kolda (Senegal): ISRA / NRBAR research report n° 2, 38 p.
4. Ministère de l'Agriculture, Sénégal, 1997, L'élevage au Sénégal. Communication présentée par le Ministre de l'agriculture à la session plénière d'avril 1997 du Conseil Economique et Social. Dakar, 11 p.
5. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, Sénégal, 2002, Lettre de politique de développement de l'élevage [en ligne]. Disponible sur internet <URL: http://www.primature.sn/politiques/lpd_elevage.html
6. Marpeau G., 2001, Enquête de consommation des produits laitiers. Mémoire DESS Nutrition et alimentation des pays en développement: Université Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc. Montpellier, 32 p.
7. Moustier P., 1998, Définitions et contours de l'agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne. Pp. 29-42. In: Moustier P., Mbaye A., De Bon H. *et al.* (Editeurs). *Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne*. CIRAD-CORAF: Actes de l'atelier international du 24-28 avril 1998.
8. Sissokho M.M., 1998, Cattle herd dynamics and performances under village husbandry system in the Kolda region (Southern Senegal). Master of science Thesis. Oregon State University (USA), 120 p.
9. Sissokho M.M., 2001, Aperçu de la filière laitière dans le département de Kolda. Kolda (Sénégal): ISRA / CRZ Kolda. Rapport de recherche, 39 p.
10. Staatz J.M., 1998, The application of social capital in understanding economic development. Paper prepared for organized symposium on "social capital: a new paradigm for increasingly diverse profession." Annual meeting of the American Agricultural Economics Association. Salt Lake City, Utah, August 2-5 1998, 10 p.
11. Vatin F., 1996, Le lait et la raison marchande. Essais de sociologie économique. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 205 p.

P.N. Dieye, Sénégalais, Doctorat en médecine vétérinaire, DEA en économie agricole, Master en économie agroalimentaire, Chercheur à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)/ Centre de Recherches zootechniques de Kolda, BP 53, Kolda, Sénégal.

G. Duteurtre, Français, Doctorat en économie agricole, Assistant technique à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)/ Bureau d'analyses macro-économiques, BP 3120, Dakar Bel Air, Sénégal.

M.M. Sissokho, Sénégalais, Doctorat en médecine vétérinaire, Master en nutrition, Chercheur à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)/ Centre de Recherches zootechniques de Kolda, BP 53, Kolda, Sénégal.

M. Sall, Sénégalais, Ingénieur en économie agricole, Ingénieur d'études à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)/ Centre de Recherches zootechniques de Kolda, BP 53, Kolda, Sénégal.

D. Dia, Sénégalais, DEA en géographie, Etudiant stagiaire à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)/ Centre de Recherches zootechniques de Kolda, BP 53, Kolda, Sénégal.

Performance of New Hybrid Yam (*D. rotundata* Poir) Varieties in the Forest Zone of Nigeria

G.O. Agbaje*, A.A. Adegbite & T.A. Akinlosotu

Keywords: Hybrid yam- Tuber yield- Mosaic virus

Summary

Four hybrid yam varieties (TDr 89/01438, TDr 89/02665, TDr 95/01924 and TDr 89/01213) and three local cultivars (Danacha, Obiaturugo and 93-2) were evaluated for tuber yield, leaf mosaic virus and nematodes infection at Orin-Ekiti for three years, 1999 to 2001. Varietal differences and relationship between tuber yield, severity of leaf mosaic virus and tuber infection by nematodes were determined. Tuber yields were highest in 89/02665 and 95/01924 with a mean of 16 and 14 t.ha⁻¹ respectively. The lowest yielders were Danacha (5 t.ha⁻¹) and a hybrid 89/01438 (6.6 t.ha⁻¹). In the two highest yielding varieties, 47 to 53% of yields were contributed by ware yam sizes which contributed 34% of the total number of tubers harvested. Seven percent of the tubers harvested were of ware sizes in Danacha and they contributed 11% to total yield. Reaction to leaf mosaic virus was low in TDr 89/02665, mild in 95/01924, and moderate to severe in 89/01438, 93-2 and Danacha. Nematode attack on tubers was mild in all varieties. Positive correlations were found between tuber yield and percent weight of ware yams ($r=0.53^{**}$) and percent number of ware tubers ($r=0.76^{***}$). Correlation was negative and significant between tuber yield and virus infection ($r=-0.59^{***}$) whereas it was not significant for nematode infection ($r=0.13$). Two hybrid varieties 89/02665 and 95/01924 are recommended for on-farm testing by farmers in forest areas of Nigeria.

Résumé

Performance de nouvelles variétés hybrides d'igname (*D. rotundata* Poir) dans une zone forestière du Nigeria

Quatre variétés hybrides d'ignames (TDr 89/01438, TDr 89/02665, TDr 95/01924 et TDr 89/01213) et trois variétés locales (Danacha, Obiaturugo et 93/2) ont été plantées entre 1999 et 2001 à Orin-Ekiti et ont été évaluées pour leur rendement en tubercules, leur résistance au virus de la mosaïque de la feuille ainsi que pour la résistance des tubercules à l'infestation par les nématodes. Les plus hauts rendements en tubercules ont été obtenus chez les hybrides TDr 89/02665 et TDr 95/01924 et atteignaient respectivement 16 et 14 t.ha⁻¹ alors que les plus faibles rendements ont été obtenus chez la variété locale Danacha (5 t.ha⁻¹) ainsi que pour l'hybride TDr 89/01438 (6,6 t.ha⁻¹). Pour les deux hybrides les plus productifs, 47 à 53% du rendement était constitué de tubercules de taille commercialisable qui représentaient 34% du nombre total des tubercules récoltés. Pour la variété locale Danacha, seulement 7% des tubercules présentaient une taille suffisante pour être commercialisés. Ces tubercules constituaient 11% du rendement total. L'infection par le virus de la mosaïque de la feuille était faible chez l'hybride TDr 89/02665, moyenne pour la variété 93/2 et forte pour la variété Danacha. Les dégâts causés par les nématodes sur les tubercules étaient moyens pour toutes les variétés. Les corrélations positives ont été obtenues entre le rendement en tubercules et le pourcentage du poids d'ignames commercialisables ($r=0,53^{**}$) alors qu'avec le pourcentage du nombre de tubercules commercialisables, cette corrélation était de $r=0,76^{***}$. Une corrélation négative et significative a été obtenue entre le rendement en tubercules et l'infestation par le virus ($r=-0,59^{***}$) et que la corrélation n'était pas significative entre le rendement et l'infestation par les nématodes ($r=0,13$). Deux variétés hybrides (TDr 89/02665 et TDr 95/01924) sont à recommander aux agriculteurs pour la réalisation d'essai en champs dans les zones forestières du Nigeria.

Introduction

In the middle belt and southern parts of Nigeria, yam is relished and preferred above any other food crop especially when it is cooked and pounded to form paste, "iyan". Due to its importance as a staple food crop, yam commands high market price. However,

yam productivity had been low in Nigeria and tuber yield for over twenty years ranged between 10 and 13 t.ha⁻¹ (9, 11). Low yield in yam was due to the use of unimproved local cultivars which has low genetic capacity to store starch in their tubers. The initial diffi-

*Institute of Agricultural Research and Training, Obafemi Awolowo University, PMB 5029, Moor Plantation, Ibadan, Nigeria. E-mail address: drart@infoweb.abs.net.

Received on 22.04.02. and accepted for publication on 26.05.03.

culty experienced in inducing flowering in most cultivars have inhibited the genetic improvement in yam. The problem of diseases and pests also contributed to low yield in yam. In southwestern Nigeria, yam mosaic virus infection resulted in drastic reduction in tuber yield, tuber size and weight in *D. rotundata* (10). The virus reduces the leaf area and also destroys the leaf chloroplasts causing a significant reduction in photosynthesis activities in infected plants. Breeding for resistance or tolerance to the disease in yam has been suggested as the only means of controlling its menace (14). Another major cause of low yield is nematode infection. Nematode attack on the yam tuber periderm predisposes it to fungal and bacterial attack, which eventually resulted to yam rot. Most post-harvest losses were due to the invasion of tuber by nematode on the field (4). The possibility of interspecific hybridisation or gene transfer between nematode resistant varieties of *D. alata* and the susceptible *D. rotundata* could be exploited in the nearest future. Initially, breeding in yam was difficult due to inconsistent or non-flowering genotypes as well as problems of pollination and fertilization, but with the better understanding of new yam reproductive physiology, significant progress has now been made in the development of new yam varieties (1, 2, 7). In Nigeria, hybrid yams developed at IITA were first released to the National Agricultural Research Systems for trial in 1996. This research is a continuation of our efforts to identify newly developed hybrid varieties that are high-yielding and are also resistant to leaf mosaic virus and nematode in the forest agro-ecology of Nigeria.

Material and methods

Trials were carried out for three years (1999, 2000 and 2001) at Orin-Ekiti, the rain forest experimental sub-station of Institute of Agricultural Research and Training, Obafemi Awolowo University, Nigeria. The soil type is Kandustalf (USDA) and portions under natural fallow for five to six years were opened each year for yam trials. The nutrient composition of soils between 0-15 cm depth ranged from 2.56-3.25% Organic matter, 0.28-0.35% Nitrogen, 7.44-9.92 mg/kg Phosphorus and 1.71-1.92 cmol/kg Potassium. The major vegetation cover were mainly Elephant grass (*Cynodon* spp.) and Siam weed (*Euphorium odorata*).

Four hybrid yam varieties (TDr 89/01438, TDr 89/02665, TDr 95/01924, TDr 89/01213) and three local cultivars (Danacha, Obiaturugo and 93-2) obtained from International Institute for Tropical Agriculture were tried in a randomised complete block design experiment with three replications. Plots were five rows wide, with 1 m inter-row spacing and 5 m long. Plantings were done between 12 and 15 April in the three years. Yam sets with an average weight of 250 g were planted. The sets were cut from ware tubers, treated with wood ash and cured overnight before planting at 1 m apart within the row. Fertilizers were not added to the soils. Weeds were controlled by pre-emergence application of atrazine at 5 kg ai.ha⁻¹ and subsequently by hand weeding. Staking of vines commenced at 8 weeks after planting (WAP). At five

months after planting (MAP), the severity of leaf mosaic virus were visually rated using a scale of 1-5 where 1 indicated no symptom, 2- mild infection, 3- moderate infection, 4- severe infection and 5- very severe infection. Tubers were harvested at 10 MAP from the three internal rows and the tubers were assessed for the severity of nematode infection using a scale of 1-5 as above. The total yield of tubers from each plot were expressed in t.ha⁻¹. Small yams and ware yams (> 1 kg) were separated and the weight and number of ware yam were expressed as a percentage of the total tuber yields and total number of harvested tubers respectively. Tuber girth and length were measured from tubers in ten randomly selected stands within the plot. The angularly transformed values in percent weight of ware yam (% WWY) and percent number of ware yam (% NWY), total tuber yield (TTY), tuber girth (TG), tuber length (TL), leaf mosaic virus severity (LMVS) and nematode severity (NS) were subjected to analysis of variance and simple correlations.

Results and discussion

Varietal differences were significant ($P < 0.05$) in all the variables measured but not for nematode severity (Table 1). Tuber yields were highest in TDr 89/02665 and TDr 95/01924, however Obiaturugo had similar yield with TDr 95/01924. The lowest yielding varieties were Danacha and a hybrid TDr 89/01438. The percentage of ware yam in TDr 89/02665 and TDr 95/01924 and Obiaturugo were the highest whereas that of Danacha and TDr 89/01438 were the lowest. The percent number of ware yams was also significantly higher in the two highest yielding varieties with Danacha having the least value. Tuber girth was wider and tuber length longer in TDr 89/02665 whereas it was lowest in Danacha.

The tolerance of TDr 89/02665 to virus was better than any other variety since the symptoms were hardly noticed on its leaves. Three of the varieties including a local cultivar (TDr 95/01924, TDr 89/01213 and Obiaturugo) had mild infection while Danacha, TDr 89/01438 and 9302 had moderate infection. The severity of nematode infection on tubers was mild on all the varieties and none showed moderate or severe infection.

Positive and significant correlation was found between total yield and % WWY ($r = 0.68^{***}$), % NWY ($r = 0.76^{***}$), TG ($r = 0.53^{***}$) and TL ($r = 0.57^{***}$). The correlation was highly significant and negative between yield and virus infection ($r = -0.59^{***}$) but not significant with nematode scores ($r = 0.13$). All the agronomic variables were negatively and significantly correlated with virus rating (Table 2).

Variety TDr 89/02665 high tuber yield and tolerance to virus (5) is confirmed in this trial. Tuber yield in yam is dependent on its photosynthetic efficiency and this is correlated with leaf area and leaf area duration (6). The influence of biotic stress especially virus on yam resulted into leaf area reduction and destruction of leaf chloroplast and a 50% reduction in tuber yield, reduction in tuber size and weight in infected yam (*D. rotundata*) had been reported (10, 13).

Table 1
Yam tuber yield and resistance to virus and nematodes infection at Orin-Ekiti

Variety	Tuber yield t.ha ⁻¹	% weight of ware yams	% number of ware yams	Tuber girth cm+	Tuber length cm+	Nematode Severity Ratings 1 - 5	Virus Severity Ratings 1 - 5
TDr 95/01924	13.85ab	46.76ab	34.44a	29.48±6.1ab	30.84±4.26b	1.88	1.88b
Danacha	5.02d	11.46d	6.73c	22.39±3.93d	25.51±4.09c	1.88	3.00c
TDr 89/02665	16.01a	53.31a	34.57a	31.82±4.07a	36.68±5.01a	1.88	1.22a
TDr 89/01438	6.67d	34.63c	21.24b	24.17±4.96d	28.06±3.45b	1.77	3.00c
93-2	8.69c	44.63b	25.99b	26.11±4.95c	28.16±3.78b	1.88	3.33c
TDr 89/01213	10.89c	44.25b	25.97b	27.38±3.88bc	30.95±3.35b	1.88	2.22b
Obiaturugo	13.29b	47.54ab	28.14b	24.82±3.12cd	27.73±4.62b	2.00	2.27b
Mean	10.63	40.37	25.30	26.59±5.43	29.71±5.35	1.88	2.42
Lsd 0.05							
Variety (V)	2.28	8.08	5.47	3.05	3.33	NS	0.59
Year (Y)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interaction (V x Y)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	22.60	21.04	22.71	12.04	11.77	15.16	25.67

NS: Not significant at P< 0.05.

+: Mean ± standard deviation.

Table 2
Correlation between tuber yield, yield components, nematode and virus severity in yam

	% WWY	%NWY	TG	TL	NS	LMVS
%WWY	1					
%NWY	0.87***	1				
TG	0.41***	0.46***	1			
TL	0.42***	0.46***	0.52***	1		
NS	0.11	0.07	0.01	-0.02	1	
LMVS	-0.40***	-0.45***	-0.48***	-0.42***	0.05	1
TTY	0.68***	0.76***	0.53***	0.57***	0.13	-0.59

*, **, *** Significant at 0.05, 0.01 and 0.001 probability levels respectively.

Abbreviations: %WWY – percent weight of ware yam from total tuber yield; %NWY – percent number of ware yam harvested; TTY-total tuber yield per hectare; TG- Tuber girth; TL- tuber length; NS – nematode severity and LMVS- leaf mosaic virus severity.

Virus severity was significantly correlated to yield and its attributes in this study. The indigenous cultivar Obiaturugo was better than Danacha in tolerance to virus and consequently it ranked next to TDr 89/02665 in yield performance. However, a hybrid that is not tolerant to virus, TDr 89/01438, finally gave low yield. This confirms that breeding of varieties that are tolerant to virus is important for improved yield in yam production (14). The poor performance of an hybrid due to virus shows that the genetic characteristics of varieties used in hybridization were not ascertained before crosses were made or it may be due to difficulties in genetic compatibility in yam, a complex polyploid species (7).

Nematode attack was low in this trial probably due to the long period of land fallow before cultivation. The inclusion of fallow as cultural control methods for nematodes has been suggested and the presence of some weeds like *Cynodon* spp. and *Euphatorium odorata* in the fallow has been reported to reduce nematode populations significantly (3, 12).

From this study, two varieties, TDr 89/02665 and TDr 95/01924 are recommended for on-farm multilocation testing in the forest areas of Nigeria. Obiaturugo would have performed better but for its low tolerance to virus infection. This indicated the need to improve this local cultivar for virus resistance. There is need for a comprehensive data on indigenous cultivars reaction to local abiotic and biotic stresses prior to breeding programmes. For examples, one of the new hybrids, TDr 89/01438, succumbed to virus infection which indicated that the parent lines used for the hybridization were virus susceptible.

Acknowledgements

The authors are grateful to Dr Asiedu, R. of IITA, Ibadan for supplying the yam varieties and Mr Oladunmiye, J.B. the station manager of IAR&T research station at Orin-Ekiti for the technical assistance.

Literature

1. Abraham K, Nair S.G, Srukumari, M.T. & Unnikrishnan, 1986, Seed set and seedling variation in greater yam (*Dioscorea alata*), *Euphytica*, **35** (2), 337-343.
2. Abraham K., Nair S.G., 1990, Floral biology and artificial pollination in *Dioscorea alata*, *Euphytica*, 48, 45-51.
3. Adegbite A.A., Adesiyani S.O., Agbaje G.O. & Omoloye A.A., 2002, Reaction of fallow crops to root-knot nematode in south western Nigeria. *Moor Journal of Agricultural Research*, Vol **3** (1). In press.
4. Adesiyani S.O., 1976, Host range studies of the yam nematode *Scutellonema bradys*. *Nematropica*, Vol **6** (2), 60-63.
5. Agbaje G.O., Adegbite A.A., Akinlosotu T.A. & Shoyinka S.A., 2001, Performance of new hybrid yam (*Dioscorea rotundata* Poir) varieties under different cropping systems. *African Journal of Root and Tuber Crops*, Vol **4** (2). In press.
6. Akoroda M.O., 1993, Yams (*Dioscorea* spp.). *In: Genetic improvement of vegetable crops*. G. Kalloo and B.O. Bergh (Eds). Pergamon Press, New York. Pp. 717-733.
7. Asiedu R., 1992, Hybridization of yams: A mini-review. *Tropica Root and Tuber Crops Bulletin*, **6** (2), 5-6.
8. Asiedu R., Ng S.Y.C., Bai K.V. Ekanayake I.J. & Wanyera N.M.W., 1998, Genetic improvement. *In: Orkwo G.C.R., Asiedu & Ekanayake I.J. (eds). Food Yams: Advances in Research*, IITA and NRCRI, pp. 63-104.
9. Coursey D.G., 1967, Yams: an account of the nature, origins, cultivation and utilization of the useful members of Dioscoreaceae. Longmans, London, UK.
10. Craig J., 1964, Studies of a mosaic disease of white yam (*D. rotundata*) in the western region of Nigeria in 1963. Unpublished USAID report, August 1964.
11. FAO, 1993, Production year book 1993. Food and Agriculture Organization, UN, Rome.
12. Green K.R. & Florini D.A., 1996, Pests and pathogens of yams in storage. A meeting report. *African Journal of Root and Tuber Crops*, **1** (2), 38-42.
13. Russel G.E., 1981, Effects of diseases on the physiology of the growing plant. *In: Disease and crop yield: The problems and prospects for Agriculture*. Ayre, P.G. (Ed.) Cambridge University Press, London. Pp. 1-11.
14. Thotappilly G., 1992, Plant virus diseases of importance to African agriculture. *Journal of Phytopathology*, 134, 265-288.

G.O. Agbaje, Nigerian, Ph. D. in Crop Production, Research Fellow, Institute of Agricultural Research and Training (IAR&T), Obafemi Awolowo University (OAU), PMB 5029, Moor Plantation, Ibadan, Nigeria.

A.A. Adegbite, Nigerian, M. Sc. in Crop Protection, Research Fellow, IAR&T(OAU), Ibadan, Nigeria.

T.A. Akinlosotu, Nigerian, Ph. D. in Entomology, Research Professor, IAR&T(OAU), Ibadan, Nigeria.

Evaluation de l'efficacité des extraits aqueux de graines de papaye (*Carica papaya* L.) dans le traitement de la coccidiose caecale à *Eimeria tenella* chez le poulet de chair

M. Mpoame¹, A. Tégua² & Joséphine Mireille Akoa Etoa³

Keywords: Aqueous extracts- Papaw seeds- *Eimeria tenella* coccidiosis- Broiler chicken

Résumé

Une étude a été menée pour évaluer l'efficacité des extraits aqueux de graines de papaye dans le traitement de la coccidiose caecale à *Eimeria tenella* chez le poulet de chair. Quatre-vingt-huit poulets de souche ISA15 VEDETTE âgés de 37 jours, élevés en cage, ont été inoculés d'une suspension ayant une charge oocystale moyenne de 3500 ± 1050 oocystes de *Eimeria tenella* par ml. Les animaux divisés en 4 lots de 22 sujets ont reçu 10 jours plus tard un traitement à base d'extraits aqueux de graines de papaye administré pendant 3 jours consécutifs aux doses de 0 g/l (dose D_0), 10 g/l (D_{10}), 20 g/l (D_{20}) ou 40 g/l (D_{40}). Le taux de mortalité a été de 45,5%; 34,8%; 18,2% et 9,1% respectivement pour les lots D_0 , D_{10} , D_{20} et D_{40} . Le taux de réduction du nombre d'oocystes par gramme de fèces dans les lots D_0 , D_{10} , D_{20} et D_{40} a été respectivement de 6,6%, 42,8%, 73,6% et 91,8% par rapport au taux d'infestation avant le traitement. Des gains de poids moyens journaliers de 42,7 g, 47,8 g, 69,8 g et 86 g correspondant à des indices de consommation de 3,9; 4,1; 2,4 et 1,9 ont été enregistrés respectivement pour les lots D_0 , D_{10} , D_{20} et D_{40} . Les extraits aqueux de graines de papaye semblent être efficaces dans le traitement de la coccidiose caecale à *E. tenella* aux doses de 20 g/l et 40 g/l.

Summary

Evaluation of the Efficiency of Aqueous Extracts of Papaw Seeds (*Carica papaya* L.) for the Treatment of Caecum *Eimeria tenella* Coccidiosis in Broiler Chicken

A study was carried out to study the efficiency of aqueous extracts of papaw seeds for the treatment of caecum *Eimeria tenella* coccidiosis in broiler chicken. Eighty eight 37-day old caged ISA15 VEDETTE broiler chickens were inoculated with a suspension of 3500 ± 1050 *E. tenella* oocysts/ml. The birds then divided into 4 groups of 22 birds received 10 days later either 0 (D_0 dose), 10 (D_{10} dose), 20 (D_{20} dose) or 40 g/l (D_{40} dose) of aqueous extracts of papaw seeds.

Mortality rates of 45.5%, 34.8%, 18.2% and 9.1% were recorded for D_0 , D_{10} , D_{20} and D_{40} groups respectively. As compared to infestation rate before treatment, the reduction rate of the number of oocysts/g of faeces was respectively 6.6%, 42.8%, 73.6% and 91.8% for D_0 , D_{10} , D_{20} and D_{40} . Average daily weight gain was 42.7 g, 47.8 g, 69.8 g and 86 g for treatments D_0 , D_{10} , D_{20} and D_{40} , respectively while average weekly feed efficiency ratio values of 3.9, 4.1, 2.4 and 1.9 were respectively recorded for D_0 , D_{10} , D_{20} and D_{40} treatments.

Aqueous extracts of papaw seeds seemed to be efficient in the treatment of caecum *E. tenella* coccidiosis in broiler chickens.

Introduction

De toutes les coccidies rencontrées chez le poulet, *Eimeria tenella* est la plus répandue et la plus pathogène (6). Cette espèce est la plus redoutée par les aviculteurs puisqu'elle peut causer une mortalité de 20% ou plus en 2 ou 3 jours (3). Toutefois, des progrès ont été réalisés dans la prévention et le contrôle de la coccidiose par la chimiothérapie, notamment avec l'utilisation des coccidiostatiques tels que Amprolium, Nicarbazine, etc. (9). Cependant, dans les pays en voie de développement et en Afrique au sud du Sahara en particulier, la conjoncture économique ne permet pas toujours de bénéficier des bienfaits de ces progrès scientifiques du fait des coûts élevés des produits qui ne sont pas toujours à la portée du paysan moyen. De plus, on assiste très souvent à la rupture des stocks de produits vétérinaires. Ces périodes de pénurie entraînent indubitablement des pertes importantes

chez le fermier. Pour faire face à cette situation, faire appel à la pharmacopée traditionnelle semble être une des solutions. Seulement, l'efficacité de la majorité des plantes médicinales locales contre la coccidiose n'est pas encore quantifiée.

C'est ce qui a suscité la présente étude dont l'objectif principal est d'évaluer l'efficacité des extraits aqueux de graines de papaye dans le traitement de la coccidiose caecale à *Eimeria tenella*.

Matériel et méthodes

Site de l'expérience

Les travaux ont été effectués au laboratoire de biologie animale de la faculté des sciences de l'Université de Dschang du 9 juillet au 26 août 1999. Dschang est le chef-lieu du département de la Menoua dans la

¹ Faculté des Sciences, Université de Dschang, B.P.67, Dschang, Cameroun.

² Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, B.P.222, Dschang, Cameroun.

³ Institut de Recherche Agricole pour le Développement, B.P. 2067, Yaoundé, Cameroun.

Reçu le 16.09.02. et accepté pour publication le 27.05.03.

Province de l'Ouest Cameroun, à 1400 m d'altitude. Le climat est de type soudano-guinéen d'altitude caractérisé par une longue saison des pluies allant de mi-mars à mi-novembre et une courte saison sèche, de mi-novembre à mi-mars. La pluviométrie annuelle moyenne est de 2000 mm et l'humidité relative varie de 60 à 100% selon les saisons. La température journalière moyenne est de 20 °C.

Matériel animal et conduite d'élevage

Quatre-vingt-huit poussins de chair de souche ISA15 VEDETTE ont été démarrés en cage à partir d'un jour d'âge, puis transférés par paire dans des cages de finition à 4 semaines. Les oiseaux ont été vaccinés contre la maladie de Newcastle, la bronchite infectieuse et la maladie de Gumboro. Ils ont également reçu des antistress avant et après chaque vaccination ou transfert.

L'aliment démarrage était acheté dans le commerce alors que l'aliment finition était composé à base de maïs, remoulage, tourteau de soja, tourteau de coton, d'un concentré minéral azoté et vitaminé pour apporter 2931 kcal/kg d'énergie métabolisable, 19,2% de protéines brutes, 3,6% de cellulose brute, 3,8% de matières grasses, 1% de calcium et 0,8% de phosphore totaux. Avant leur distribution, les aliments étaient préalablement mis à l'étuve à 75 °C pendant 18 h tel que proposé par Long (8) pour éliminer des éventuelles coccidies. L'eau et l'aliment étaient distribués *ad libitum*.

Infestation artificielle

Préparation de l'inoculum

Suivant la méthode décrite par McInnis et Coll. (5), l'inoculum a été préparé à partir des ceca de 11 poussins de race locale naturellement infestés. Sur la base de la conformité de la forme et des dimensions de 202 oocystes avec celles indiquées par Levine (6) et Soulsby (11) pour *E. tenella*, la pureté de l'inoculum a été évaluée à 98,6%. En tenant compte du taux de sporulation évalué suivant McInnis et Coll. (5) à 31,8%, l'inoculum contenait 3500 ± 1050 oocystes/ml. Cette charge oocystale est comprise dans l'intervalle de 500 à 5000 oocystes recommandé par Long (7) pour des poulets âgés de 4 à 6 semaines.

Inoculation

Chacun des 88 poulets âgés de 37 jours, déclaré non infesté par examen coproscopique et privé d'aliment pendant une nuit, a reçu dans son oesophage 1 ml d'inoculum introduit à l'aide d'une pipette. Le bec était maintenu fermé pendant quelques secondes pour éviter le rejet du produit. Au 7^{ème} jour après l'inoculation, des échantillons de fèces étaient prélevés et examinés au microscope par la méthode d'enrichissement par flottaison en solution saturée de NaCl (12), pour s'assurer de l'effectivité de l'infestation. Au 10^{ème} jour, un second examen a été réalisé pour la détermination de l'intensité d'infestation selon la méthode de Mac Master (12).

Matériel végétal

Préparation du produit traitant

Des graines récoltées de papayes mûres ont été séchées à la température ambiante pendant une semaine, puis à l'étuve à 50 °C pendant 48 heures avant d'être moulues. La poudre obtenue a été tamisée et conservée dans des sachets plastiques hermétiquement fermés. Pour son utilisation, la poudre a été diluée dans de l'eau de robinet aux doses de 10, 20 ou 40 g/l pendant 24 heures pour en extraire le produit traitant. Les différentes solutions ont été filtrées à l'aide de tamis de 45 μ .

Dispositif expérimental et administration du traitement

Au 10^{ème} jour après l'inoculation, les 88 poulets logés par paire ont été répartis au hasard dans 4 lots (traitements) de 11 cages (répétitions). A l'aide d'une pipette, 2 ml d'extraits aqueux de chacune des 4 concentrations de graines de papaye (10 g/l (D₁₀), 20 g/l (D₂₀) et 40 g/l (D₄₀)) étaient introduits dans l'oesophage des poulets d'un des 4 groupes. Deux ml d'eau de robinet servant de placebo étaient administrés au groupe restant utilisé comme lot témoin (D₀). Le même traitement a été administré pendant 3 jours consécutifs. Au terme du 3^{ème} jour de traitement, des échantillons de fèces étaient prélevés deux jours consécutifs et examinés selon la méthode de numération des coccidies de Mac Master pour une évaluation de l'efficacité du produit traitant.

Paramètres mesurés et analyses statistiques

Les paramètres mesurés étaient l'intensité d'infestation évaluée par le nombre d'oocystes par gramme de fèces (OPG) ainsi que décrit par Thienpont et Coll. (12), le taux de réduction des OPG entre les prélèvements avant et après traitement, le taux de mortalité par rapport à l'effectif de départ des oiseaux et l'évolution des gains de poids et de l'indice de consommation.

Analyses statistiques

Tous les paramètres mesurés ont été soumis à l'analyse de la variance selon un dispositif de plan complètement randomisé. Les mortalités ont été comparées à l'aide de la variable standard normale ou écart réduit (2).

Résultats et discussion

Effet du traitement sur le taux de mortalité

Le tableau 1 résume les mortalités enregistrées dans les différents lots de poulets pendant le traitement à base d'extraits aqueux de graines de papaye. Il ressort qu'il y a eu des mortalités dans tous les lots, mais que le taux de mortalité diminue avec l'augmentation de la dose du produit traitant. Le taux de mortalité enregistré dans le lot D₄₀ (9,1%) a été significativement ($P < 0,05$) plus faible que ceux obtenus pour les lots D₀ et D₁₀, 45,5% et 34,8% respectivement. Toutefois, il n'y a pas eu de différence significative entre les lots D₀ et D₁₀ d'une part, et entre D₄₀ et D₂₀ d'autre part, pour le taux de mortalité.

La présence des cas de mortalité dans tous les lots confirme la pathogénicité du germe inoculé. Ces

Tableau 1
Taux de mortalité (%) observés chez les poulets de chair
en fonction de la dose d'extraits aqueux
de graines de papaye

Lots	nombre de morts	Taux de mortalité (%)
D ₀	10	45,5a
D ₁₀	8	34,8a
D ₂₀	4	18,2ab
D ₄₀	2	9,1b

a,b: les valeurs affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$).

résultats se rapprochent de ceux de Hofstad et coll. (3) qui affirmaient que *E. tenella* pouvait causer jusqu'à 20% de mortalité ou plus en 2 ou 3 jours. La diminution du taux de mortalité avec l'augmentation de la dose du traitement semble confirmer l'effectivité des extraits aqueux de graines de papaye sur le contrôle du développement de *E. tenella*, en même temps qu'elle relève l'importance de la concentration du produit traitant.

Effet du traitement sur le taux de réduction des OPG

Les concentrations fécales d'oocystes exprimés en nombre d'OPG ainsi que les taux de réduction obtenus après le traitement sont consignés dans le tableau 2. Les OPG sont comparables dans tous les

Le taux de réduction du nombre des OPG a augmenté avec la dose croissante du produit traitant aussi bien au premier qu'au second prélèvement et a augmenté dans tous les lots du premier au second prélèvement, à l'exception du lot témoin.

La diminution du nombre d'OPG dans le lot témoin semble corroborer Levine (7) qui relevait que de fortes infestations provoqueraient un phénomène de résistance à *Eimeria*, entraînant un auto-déparasitage naturel. Par ailleurs, Richardson et Kendall (10) révélaient que la production d'oocystes après infestation atteint un pic entre le 10^{ème} et le 12^{ème} jour, puis décroît. Contrairement à Essomba (1) qui avait obtenu 56% d'efficacité avec une dose de 10 g/l d'extraits aqueux de graines de papaye, la présente étude avait enregistré une efficacité de 42,8% seulement. Cette différence pourrait être liée au fait que cet auteur avait travaillé sur des sujets d'âges variables, en divagation et naturellement infestés par des coccidies et des helminthes d'espèces différentes.

Effet du traitement sur les paramètres de production

Les données sur le gain de poids hebdomadaire sont consignées dans le tableau 3. De façon générale, le pic du gain de poids a été atteint dans tous les lots à la 5^{ème} semaine avant l'inoculation, suivi d'une chute à la 6^{ème} semaine précédant une remontée à la 7^{ème} semaine après le traitement. A la 7^{ème} semaine, le gain de poids a été significativement plus élevé dans les lots D₄₀ et D₂₀ comparé au lot D₀. Toutefois,

Tableau 2
Effet des extraits aqueux de graines de papaye sur l'infestation coccidienne à *E. tenella* (OPG) chez le poulet de chair

Prélèvement des fèces	Lots			
	D ₀	D ₁₀	D ₂₀	D ₄₀
Avant Traitement	16012,5 ± 13750,9	16012,5 ± 13750,9	16012,5 ± 13750,9	16012,5 ± 13750,9
3 j après début de traitement	14800,0 ± 10958,9a	13580,0 ± 11392,9a	5800,0 ± 3895,9b	2854,5 ± 3494,1b
4 j après début de traitement ¹	4950,0 ± 11821,4a	9155,6 ± 8131,9ab	4233,3 ± 2759,2b	1309,1 ± 1780,7c
Réduction (%) 3 j après traitement	7,6	15,2	63,8	82,2
Réduction (%) 4 j après traitement	6,6	42,8	73,6	91,8

a,b,c: Sur la même ligne, les valeurs portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$).

lots avant le traitement. On note une réduction des OPG entre les prélèvements avant et après le traitement. L'intensité de cette réduction augmente avec la dose croissante du produit traitant. Le nombre d'OPG du lot D₀ a été significativement ($P < 0,05$) plus élevé pour les deux prélèvements post-traitement comparé à celui du lot D₄₀, mais comparable à celui du lot D₁₀. Toutefois, il n'y avait pas de différence significative entre les lots D₀ et D₁₀ d'une part, et entre D₁₀ et D₂₀ d'autre part, pour les OPG obtenus au second prélèvement. Par ailleurs, alors que le lot D₄₀ était comparable au lot D₂₀ pour le nombre des OPG au premier prélèvement, le nombre d'OPG au second prélèvement a été significativement ($P > 0,05$) plus élevé dans le lot D₄₀ comparé à tous les autres lots.

il n'y avait pas de différence ($P > 0,05$) entre D₀ et D₁₀ d'une part, et D₁₀ et D₂₀ d'autre part, pour le gain de poids à la 7^{ème} semaine.

Le faible gain de poids enregistré dans tous les lots entre la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine (Figure 1) pourrait être lié à une affection respiratoire survenue dans tous les lots pendant cette période et résorbée à l'aide d'antibiotiques. La chute de la vitesse de croissance obtenue entre 5 et 6 semaines d'âge serait imputable aux effets du germe pathogène inoculé aux oiseaux. L'effet positif du traitement sur la vitesse de croissance peut s'observer dans l'augmentation enregistrée de la vitesse de croissance hebdomadaire. L'augmentation du gain de poids dans le lot témoin

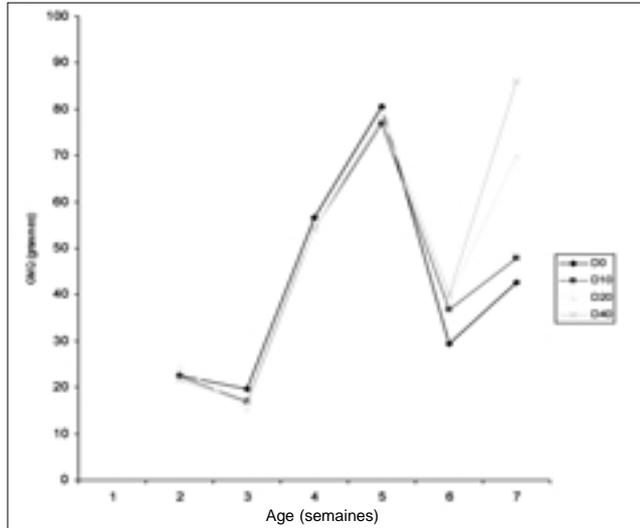


Figure 1: Evolution des gains de poids moyens quotidiens des poulets traités avec différentes doses d'extraits aqueux de graines de papaye (= inoculation à 37 j d'âge).

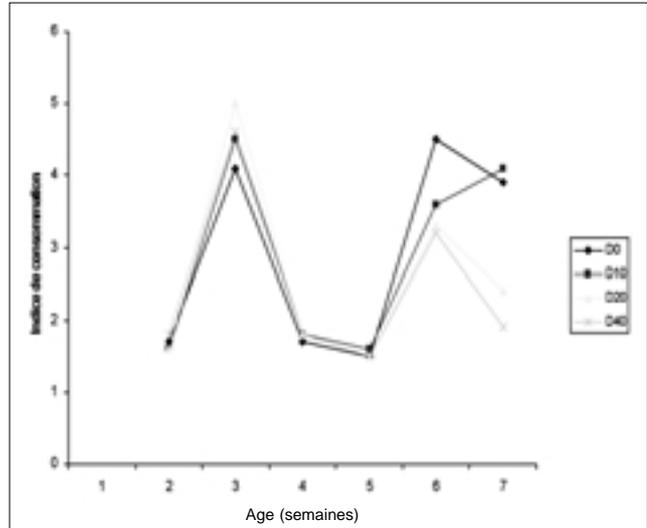


Figure 2: Evolution de l'indice de consommation moyen hebdomadaire des poulets traités avec différentes doses d'extraits aqueux de graines de papaye.

confirme l'assertion de Levine (7) sur le développement d'une résistance naturelle à *Eimeria*.

Du tableau 4 résumant les données sur l'évolution de l'efficacité d'utilisation alimentaire, il ressort que ce paramètre évolue de la même manière pour tous les lots, jusqu'à l'âge de 5 semaines. On observe une détérioration généralisée de l'indice de consommation à la 6^{ème} semaine, suivie d'une nette amélioration de ce paramètre à 7 semaines d'âge, à l'exception du lot D₁₀. A partir de l'âge de 6 semaines, on peut remarquer une amélioration de l'efficacité d'utilisation alimentaire avec la dose croissance du produit traitant. Toutefois, il n'y a pas eu de différence significative ($P > 0,05$) entre les lots pour l'indice de consommation. La détérioration de l'indice de consommation observée à 3 et 6 semaines d'âge serait liée à l'impact de la maladie respiratoire et de l'inoculation de la coccidie respectivement.

Conclusion

Au terme de cette étude sur l'évaluation de l'efficacité d'extraits aqueux de graines de papaye dans le traitement de la coccidiose caecale à *E. tenella* chez les poulets, on peut conclure que des concentrations du produit traitant supérieures à 10 g/l significativement réduisent la charge parasitaire et améliorent le gain de poids après inoculation du germe. Il conviendrait de confirmer les résultats sur des sujets plus jeunes, donc plus sensibles au parasite. Une administration plus précoce du produit permettrait également d'apprécier les effets préventifs du traitement. Toutefois, l'isolement du principe actif des graines de papaye devrait permettre une utilisation plus aisée du produit au niveau de la ferme. Il se pourrait que la papaine, la carpaïne et la tropoline contenues dans les graines aient des propriétés antibiotiques (4).

Références bibliographiques

- Essomba L.I., 1998, Situation des infestations parasitaires chez les poulets de race locale dans l'ouest du Cameroun et essai de traitement de parasitoses gastro-intestinales de poulets de chair à l'extrait de graines de papaye. Mémoire de fin d'études, FASA, Dschang, Cameroun.
- Hayslett H.T., 1981, Statistics made simple. Advisory editor Murphy P. Made simple Books, Heinemann, London. 246 p.
- Hofstad M.S., Barnes H.L., Calnek B.W., Reid W.M. & Yoder H.W. Jr, 1984, Diseases of Poultry. 8th Edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 831 p.
- Iwu M.M., 1993, Handbook of African Medical Plants. E.R.C. press, Boca Raton, 435 p.
- Mac Innis A.J. & Voge M., 1970, Experiments and Techniques in parasitology. W.H. Freeman & Co., San Francisco, 232 p.
- Levine N.D., 1978, Textbook of Veterinary Parasitology. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, USA, 236 p.
- Levine N.D., 1985, Veterinary Protozoology. 1st Edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. 414 p.
- Long P.L., 1971, Maintenance of intestinal protozoa *in vivo* with particular reference to *Eimeria* and histomonas. In: Taylor A.R. & Muller R. (eds). Isolation and Maintenance of Parasites *in vivo*. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, pp. 65-73.
- North M.O., 1984, Commercial Chicken Production Manual, 3rd Ed., 1984. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, USA., 711 p.
- Richardson U.F. & Kendall S.B., 1963, Veterinary Protozoology. Oliver and Boyd D., Edinburgh and London, 311 p.
- Soulsby E.J.L., 1968, Helminths, Arthropods and Protozoa and Domesticated animals. 6th Ed. Bailliere, Tindall and Cassel Ltd, London, pp. 531-683.
- Thienpont D., Rochette F. & Vanparijs O.F.J., 1979, Diagnostic de vermifuge par examen coprologique. Janssen Research Foundation, Beerse, Belgique, 187 p.

M. Mpoame, Camerounais, PhD, Zoologiste, Maître de Conférences, Faculté des Sciences, Université de Dschang, Cameroun.

A. Téguia, Camerounais, MSc., Zootechnicien, Chargé de Cours, Département des Productions Animales, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun.

Joséphine Mireille Akoa Etoa, Camerounaise, Ingénieur Agronome, Assistante de recherche, Institut Agricole pour le Développement, BP 2067, Yaoundé, Cameroun.

Selection Criteria for Combining High Yield and *Striga* Resistance in Sorghum

F.A. Showemimo*

Keywords: Sorghum- *Striga*- Heritability- Correlations- Correlated response selection

Summary

Ten genetically diverse but homozygote sorghum cultivars that are adapted to northern Guinea savanna zone of Nigeria were grown in *Striga* sick-field for two years. Agronomic traits of maturity, *Striga* resistance traits and actual grain yield were quantitatively heritable. Correlation coefficients computed among these traits revealed that grain yield was positively correlated with plant vigour, stem girth, root weight, shoot weight and plant height, while *Striga* count was negative and highly significantly correlated ($r = -0.86$) with grain yield. Correlated response indicated that selecting for bigger stem girth, high root, good plant vigour and shoot weight, and taller plants under *Striga* infestation will lead to a corresponding increase of 1.1%, 1.4%, 2.7%, 7.8% and 14.9% respectively on grain yield, while a 52.4% reduction in grain yield is observed by selecting *Striga* encouraging traits.

Résumé

Critères de sélection du sorgho combinant le rendement et la résistance au *Striga*

Dix cultivars de sorgho, génétiquement divers et homozygotes, bien adaptés aux conditions de la zone nord de la savane guinéenne, ont été plantés dans un champ infesté de *Striga* pendant deux ans afin d'évaluer leur aptitude au rendement en grains et leur résistance au *Striga*. Les critères de sélection étudiés ont été la maturité, la résistance au *Striga* et le rendement en grains. Les résultats obtenus ont montré que ces caractères étaient quantitativement héréditaires et qu'il y'avait une corrélation positive entre le rendement en grains et la vigueur de la plante, la circonférence de la tige, le poids des racines ainsi que la hauteur de la plante. Par contre une corrélation négative ($r = -0,86$) fut observée entre le rendement en grains et le nombre de plantes de *Striga*. En sélectionnant les plants soumis au parasitisme du *Striga*, et en n'utilisant respectivement comme seul critère de sélection que, (la plus grande circonférence de la tige, la plus longue racine, la meilleure vigueur de la plante et le plus grand poids des tiges, et les plus grandes plantes), des augmentations du rendement en grains de 1,1%; 1,4%; 2,7%; 7,8% et 14,9%, ont été obtenues, alors qu' en considérant les caractères favorables au *Striga*, une réduction de 52,4% du rendement en grains a été observée.

Introduction

The success of sorghum as a commercial crop and its diffusion over new region will depend largely on the amount of improvements made. This in turn depends on the selection criteria for combining high grain yield and resistance to the menace of *Striga*.

It is well known that *Striga* (*S. hermonthica* Benth), commonly referred to as 'witchweed' is the most noxious weeds in sorghum fields all over the world especially Africa and Asia. An average of 30-95% loss in sorghum due *Striga* had been reported (2, 4, 7, 8). Grain yield is complex trait that is strongly influenced negatively by pest, diseases and weeds. An ideal sorghum genotype will combine high grain yield and weed resistance especially *Striga* which is noted to be most destructive than any other parasite.

The value of relationship between heritable traits is an aid to selection in plant breeding programmes, especially relationships between desirable traits. The objective of this study was to examine the interrela-

tionships between agronomic traits of maturity and *Striga* resistance and grain yield in order to evaluate the possibility of using these traits as selection criteria for combining high grain yield and *Striga* resistance in sorghum. The information obtained will also enhance breeding for *Striga* resistance in sorghum.

Material and methods

The experimental plant material of this investigation comprised of 10 genetically diverse but homozygote cultivars that are adapted to the northern Guinea savannah zone of Nigeria. The study was carried out in a naturally *Striga*- infested field which has been maintained as a *Striga* 'sick-field' for over 10 years at the research field of Institute for Agricultural Research, Samaru Zaria.

The experiment was conducted for two seasons 1994 and 1995 in a randomized complete block design with

*Department of Plant Science, Institute for Agriculture Research, P.M.B. 1044, Ahmadu Bello University Zaria, Nigeria.

Received on 13.03.03. and accepted for publication on 22.07.03.

three replications. Each plot consist of two rows each, 5 m long with 0.75 m x 0.25 m inter and intra row spacing respectively. Prior to planting, single superphosphate fertilizer was applied at 32 kg/ha, and split application of urea fertilizer was done at 32 kg/ha as basal and 32 kg/ha as top dressing at 3 and 6 weeks after planting respectively. Weeds other than *Striga* were removed regularly.

Data were recorded on plant vigour, (1-5 visual scale), stem girth (cm), root weight (g), shoot weight (g), plant height (cm), *Striga* count (Emerged) and grain yield (t/ha). For count data, squared root transformation was done. The statistical analysis was done on mean plot basis from the means of the cultivars across years and replications, broad sense heritability phenotypic and genotypic coefficient of variation, correlation and correlated response were calculated for all the seven traits measured (1, 9).

Results and discussion

The analysis of variance (data not shown) revealed that sorghum cultivars differed significantly for all the traits studied, thus these traits can be improved through genetic selection among the cultivars.

Range, means, standard errors of the means, broad sense heritability, phenotypic and genotypic coefficient of variation of the 10 cultivars, for seven traits are shown in table 1. Broad sense heritability was high for all the traits studied, plant height was the most heritable (H= 97%) and stem girth is the least heritable (H= 57%) traits, therefore, indicating that these traits are quantitatively inherited with high degree of repeatability of result. In all cases the phenotypic coefficient of variability was higher than the genotypic coefficient of variability with less than 4% difference between them similarly low SE of means for all the traits was obtained, thereby, indicating that these traits are less influenced by the environment. Hence, these traits are amenable to improvement through selection. The maximum phenotypic and genotypic coefficient of variability was obtained for root weight (PCV= 24.91% and GCV= 23.61% and the least was for plant height (PCV= 2.79% and GCV= 1.88). High heritability estimates and coefficient of variability for agronomic traits of sorghum had been reported by Obilana (5) and Obilana and El-Rouby (6).

Table 2 shows phenotypic correlation coefficients computed among agronomic traits of maturity (stem girth, root weight, shoot weight and plant height),

Table 1
Range, mean, heritability (H %) and coefficient of variability (CV %) for some agronomic and *Striga* resistance traits in sorghum

Traits	Range	Mean \pm SE	H (%)	CV (%)	
				Phenotypic	Genotypic
Plant vigour	2.5-4.2	3.32 \pm 0.41	70	23.98	20.87
Stem girth (cm)	2.2-2.9	2.70 \pm 0.09	57	22.89	19.96
Root weight (g)	3.0-6.5	4.74 \pm 0.79	74	24.91	23.61
Shoot weight (g)	14.8-32.4	23.34 \pm 2.1	72	11.44	9.72
Plant height (cm)	93.0-115.7	104.1 \pm 16.98	97	2.79	1.88
<i>Striga</i> count	12.0-25.0	17.5 \pm 1.37	95	12.94	9.93
Grain yield (t/ha)	0.51-3.6	2.9 \pm 0.15	71	24.70	22.74

Table 2
Phenotypic correlation and correlated response among some agronomic and *Striga* resistance traits in sorghum

Traits	Plant Vigour	Stem girth	Root weight	Shoot weight	Plant height	<i>Striga</i> count	Grain yield
Plant vigour	1.00						
Stem girth	-0.98**	1.00					
Root weight	0.64**	-0.61**	1.00				
Shoot weight	-0.17	0.25	-0.07	1.00			
Plant height	-0.32	0.27	-0.47*	0.56*	1.00		
<i>Striga</i> count	-0.12	-0.22	-0.20	-0.95**	-0.42*	1.00	
Grain yield	0.06	0.03	0.03	0.17	0.24	0.86**	1.00
Correlated Response (CR)	0.027	0.011	0.014	0.078	0.149	-0.524	-

*, ** Significant at 5% and 1% probability levels.

Striga resistance (plant vigour and *Striga* count) and actual grain yield. The traits correlated response to grain yield is also presented. All the traits studied were low and positively correlated with grain yield except *Striga* count ($r = -0.86$) which is negative, and highly significant, similar negative and highly significant correlation was recorded between plant vigour and stem girth ($r = -0.98$), shoot weight and *Striga* count ($r = -0.95$), stem girth and root weight ($r = -0.61$). *Striga* count had negative correlation with all other traits such negative association arises primarily from developmentally induced relationships, since they compete for a common nutrient supply and if one structure is more favoured than the other a negative correlation arises. Another reason is due to the activities of *Striga* that limits proper functioning of these traits. This result conforms to those of Kim *et al.* (3) in maize; Stewart *et al.* (10) in sorghum. The positive correlations obtained in this result indicates that selection for high yield and *Striga* resistance must include vigorous

plant since good plant vigour discourages early *Striga* infestation which in most cases lead to severe crop loss. Increased stem girth, high root and shoot weight, and taller plant are important selection criteria in reducing the menace of *Striga*. A change in trait due to selection will definitely cause an associated change in another trait, therefore, correlated response (CR) in this study measure the associated change expected when selecting for high grain yield and *Striga* resistance. In table 2 selecting cultivars based on stem girth, root weight, plant vigour, shoot weight and plant height under *Striga* infestation will give an increase of 1.1%, 1.4%, 2.7%, 7.8% and 14.9% in grain yield. While *Striga* count or *Striga* activities leads to 52.4% reduction of grain yield.

In conclusion, all the traits studied under *Striga* infestation are quantitatively heritable with minimal environmental influence. These traits are easily improved through selection for total grain yield combining *Striga* resistance.

Literature

- Gomez K.A. & Gomez A.A., 1976, Statistical procedures for agricultural research, with emphasis on rice. 294 pages. International Rice Research Institute. Los Baños. Philippines.
- Institute for Agricultural Research, 1975, Report to the board of Governors on the Institute's work in 1973-1974. I. Crops and animals. Ahmadu Bello University Zaria, Nigeria, 295 pages.
- Kim S.K., Akintunde A.Y. & Walker P., 1994, Response of maize, sorghum and millet host plants to infestation by *Striga hermonthica*. Crop protection, 13, 582-590.
- Lagoke S.T.O., Parkinson V. & Agunbiade R.M., 1991, Parasitic weeds and control methods in Africa. Kim S.K. (Eds). Proceedings of combating *Striga* in Africa. International workshop organized by IITA, ICRISAT and IDRC, 22-24 August 1988. Ibadan.
- Obilana A.T., 1980, Yield loss and reaction of sorghum F_1 crosses to *Striga*, (*S. hermonthica* Benth) in 10th Annual Conference of the Weed Science Society of Nigeria NIFOR, Benin City.
- Obilana A.T. & El-Rouby M.M., 1980c, Population improvement and pure line development in sorghum (*S. bicolor* [L] Moench) in Nigeria. Cereal Research Communication, 8, 433-435.
- Parkinson V., Kim S.K., Efron Y., Bello L. & Dashiell K., 1986, Potential trap crops for *Striga* control pages 136-140. In: Proceedings of the FAO/OAU, All African Government consultation on *Striga* control 20-24 October, Maroua, Cameroon.
- Showemimo F.A., Asiribo E.O., Alabi S.O., Echekwu C.A. & Yeye M.Y., 1998, Screening sorghum varieties for resistance to *Striga* (*S. hermonthica* [Del] Benth) Nigerian Journal of Botany, 11, 133-137.
- Singh R.K. & Chaudhary B.D., 1985, Biometrical Genetics. Kalyani publishers, New Delhi, India, 317 pages.
- Stewart G.R., Press M.C., Graves J.D., Nour J.J. & Wylde A., 1991, A physiological characterization of the host parasite association between *Sorghum bicolor* and *Striga hermonthica* and its implication for *Striga* control. In: combating *Striga* in Africa. Kim S.K. (Ed) pages 45-54. Proceedings international Workshop on *Striga*, 22-24 August 1988, IITA, Ibadan, Nigeria.

Showemimo F.A., Nigerian, Ph.D (Plant Breeding), Plant Breeder with IAR, ABU, Zaria, Nigeria, Department of Plant Science, Institute for Agriculture Research, P.M.B. 1044, Ahmadu Bello University Zaria, Nigeria.

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Le veau de boucherie. Concilier bien-être animal et production

I. Veissier, G. Bertrand, R. Toullec

Eds. 2003, Paris, INRA éditions. ISBN: 2-7380-1053-9.

224 pages, format 16 x 24 cm, prix: 45 Euros.

L'engraissement de veau de lait dans les régions tempérées a, depuis longtemps, été l'archétype de la technique nuisible au bien-être animal. En effet, le jeune animal est retiré à sa mère, nourri avec du lait artificiel, anémié par des mesures ferriprives (box en bois, ...) et abattu très jeune.

Le collectif publié par l'INRA a pour but de montrer comment on peut concilier impératifs zootechniques et économiques avec le respect du bien-être de l'animal.

Le livre commence par répondre à la question de la définition du bien-être et du «mal-être» de l'animal. Les cinq libertés dont doit jouir l'animal d'élevage, telles que précisées par le Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1992) sont reprises. Les critiques à l'encontre de l'élevage des veaux au nom du bien-être animal sont également répertoriées.

Ensuite les différents aspects techniques et leur amélioration sont décrits en détail, tout en gardant le lien avec l'éthologie animale.

Ainsi, dans le chapitre sur le logement, un important encart reprend l'essentiel du comportement social des bovins. En ce qui concerne l'alimentation du veau de lait, c'est le comportement oral (suction) qui est important et le passage de l'alimentation lactée à une alimentation solide fibreuse. En matière de santé animale, la maîtrise de la régulation du climat ambiant est un des éléments importants. Enfin, un chapitre entier est consacré à l'importance de l'éleveur dans le bon déroulement de cette opération d'embouche dans le respect de règles de bien-être animal.

En résumé, nous pouvons dire que l'intérêt de cet ouvrage est de présenter une actualisation des connaissances en matière de zootechnie à travers une analyse systématique de ce qui est bon/ pas nuisible à l'animal dans son intégrité. Il concerne évidemment une spéculation bouchère qui est surtout présente dans des pays à élevage intensif, mais les données en matière de comportement animale peuvent être utiles dans d'autres systèmes d'élevage.

E.Thys
Juin 2003

ORGANISATIE

Aard van de verantwoordelijke organisatie voor de publicatie en doel van het tijdschrift TROPICULTURA.

De vzw Agri-Overseas is een vereniging die gesticht werd met als doel beroepsbanden op te bouwen tussen alle krachten die voor overzeese plattelandsonwikkeling ijveren. Zij publiceert het wetenschappelijk en informatief tijdschrift "Tropicultura" dat gewijd is aan de plattelandsproblematiek in ontwikkelingslanden. Dit tijdschrift wordt driemaandelijks uitgegeven met de steun van de Directie-Generaal Internationale Samenwerking (D.G.I.S.), Belgische Ministerie van Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel en Internationale Samenwerking en met de steun van de Regio Brussel.

De vzw Agri-Overseas is samengesteld uit individuele leden en uit de volgende Belgische instellingen: de vier faculteiten Landbouwwetenschappen (Gembloux, Gent, Leuven en Louvain-La-Neuve), de twee faculteiten Diergeneeskunde (Gent et Liège), het Departement Tropische Diergeneeskunde van het Instituut voor Tropische Geneeskunde te Antwerpen, de Interfacultaire Afdeling Landbouw van de Université Libre de Bruxelles, de Facultés Universitaires de Notre Dame de la Paix (Namur), la Fondation Universitaire Luxembourgeoise (Arlon), de Directie-Generaal Internationale Samenwerking

Raad van Beheer

De raad van beheer van de vzw Agri-Overseas is samengesteld uit Professor Dr J. Vercauteren, Voorzitter, Dr Ir. G. Mergeai, Afgevaardigde Beheerder, Dr E. Thys, Secretaris, Professor Dr B. Losson, Schatbewaarder, Ere-Professor Dr Ir. J. Hardouin, Lid.

Redactiecomité

Het Redactiecomité van TROPICULTURA is samengesteld uit Dr Ir. G. Mergeai, Hoofdredacteur en Gedelegeerde Redacteurs Professor Dr J. Deckers, Ecologie, Land en Waterbeheer, Professor Dr J.-C. Micha, Visvangst en Visteelt, Dr. E. Thys, Dierenproductie en Fauna, Professor Dr Ir. P. Van Damme, Land- en Bosbouw, Professor Dr J. Vercauteren, Diergeneeskunde en Ir. F. Maes, Wetenschappelijk Medewerker. Andere onderwerpen, zoals bv. Economie, Sociologie, ... worden rechtstreeks door het Sekretariaat behandeld.

Redactiesekretariaat

Bolwerksquare 1A, B-1050 Brussel – België

Telefoon: ++32.02.550 19 61/ 62; Fax.: ++32.02.514 72 77

E-mail: ghare.tropicultura@belgacom.net / mjdesmet.tropicultura@belgacom.net

Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

Bedeling

Tropicultura wordt gratis verdeeld op schriftelijk verzoek bij het Sekretariaat

DRAAGWIJDTE VAN HET TIJDSCHRIFT

TROPICULTURA publiceert oorspronkelijke artikelen, onderzoeksnota's en overzichten, samenvattingen van boeken en thesen en besprekingen van films en audiovisuele hulpmiddelen die betrekking hebben tot alle domeinen aan plattelandsonwikkeling gebonden: planten- en dierenproducties, diergeneeskundige wetenschappen, bosbouw, bodemkunde, agrarische bouwkunde, milieuwetenschappen, bio-industrie, voedingsmiddelenindustrie, sociologie en economie.

INSTRUCTIES VOOR DE AUTEURS

De thema's van de artikelen die in Tropicultura gepubliceerd worden hebben betrekking tot alle onderwerpen die te maken hebben met plattelandsonwikkeling en duurzaam milieubeheer in warme streken van de planeet. Voorrang wordt gegeven aan artikelen die een origineel onderwerp uitmaken en een zo breed mogelijk reikwijdte hebben, met andere woorden waarvan de inhoud vooral betrekking heeft tot methodologische aspecten die in een zo breed mogelijke waaier milieus of regio's van de wereld over te brengen zijn. Een bijzonder accent wordt eveneens gelegd op de betrouwbaarheid van de gepubliceerde informatie, meer bepaald, wanneer het over experimentele resultaten gaat, op het aantal herhalingen in tijd en ruimte van de proeven die aan de basis liggen van de beko- men gegevens.

De manuscripten moeten origineel zijn en mogen niet reeds voorgelegd zijn geweest of gelijktijdig voorgelegd worden voor publicatie. Ze mogen in één van de vier volgende talen geschreven worden: Engels, Spaans, Frans en Nederlands.

Het voorblad houdt de titel in, de verkorte titel (maximaal 55 drukletters), de complete namen en voornamen van de auteurs, het beroepsadres van alle auteurs en gebeurlijk de dankbetuiging. De naam van de contactauteur zal met een "*" gemerkt zijn en zijn adres aangevuld met zijn telefoon- en faxnummers en zijn elektronisch adres.

De volgende pagina's houden volgende elementen in: (i) de samenvattingen (max. 200 woorden) in de taal van het manuscript en in het Engels, voorafgegaan door de vertaling van de titel en gevolgd door maximum 6 sleutelwoorden in beide talen; (ii) de hoofdinhoud van de tekst; (iii) de literatuurlijst; (iv) de tabellen genummerd met Arabische cijfers; (v) de figuren die op de achterzijde ondubbelzinnig genummerd moeten zijn (vi) de legendes van de tabellen en de figuren. Alle bladzijden van de bijdrage worden doorlopend genummerd. De figuren zullen op professionele wijze getekend zijn. Foto's dienen kontrastrijk te zijn, niet gemonteerd en op glanzend papier.

Slechts medeauteurs die zich schriftelijk akkoord verklaard hebben met het vermelden van hun naam op een manuscript, worden in de eindversie van het artikel in Tropicultura ook expliciet vermeld. De schriftelijke verklaringen van de medeauteurs met betrekking tot dit punt kunnen per gewone post of per e-mail naar het Redactiecomité opgestuurd worden. De voogdij instelling van de auteurs wordt verondersteld haar toestemming te hebben gegeven voor elke publicaties in Tropicultura. Agri-Overseas wijst elke verantwoordelijkheid af in deze materie.

De eerste indiening van een artikel bij de Redactie gebeurt op papier of op elektronische drager. In de mate van het mogelijke zal de auteur, na goedkeuring van het artikel voor publicatie, zijn laatste, herziene en verbeterde versie op computerdiskette of als attachment met een Email opsturen. Het programma Word wordt aanbevolen, maar een ASCII of RTF versie van de bestanden wordt aanvaard.

In het algemeen wordt de tekst ingedeeld in: inleiding, materiaal en methodes, resultaten, discussie, besluit. De indeling van de tekst zal niet verder gaan dan twee niveaus. Ondertitels dienen kort en in kleine letters te zijn en zullen nooit onderlijnd worden.

De referenties worden in de tekst door nummers tussen haakjes vermeld. In geval van citatie van verschillende referenties zullen de nummers in groeiende volgorde vermeld worden.

De literatuurlijst wordt alfabetisch gerangschikt op basis van de namen van de auteurs en chronologisch voor dezelfde auteur. De referenties zullen doorlopend genummerd worden beginnend met het cijfer 1.

Artikelen uit tijdschriften worden in de literatuurlijst als volgt gerefereerd: namen van auteur(s) gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het artikel in de oorspronkelijke taal, de naam van het tijdschrift, het nummer van het volume (onderlijnd), de nummers van eerste en laatste bladzijde door een streepje verbonden.

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

Bij boeken dienen plaats en naam van uitgever vermeld te worden. Bij referenties naar hoofdstukken in boeken: (in volgorde) de auteurs van het hoofdstuk, jaartal, titel van het hoofdstuk, het woordje 'In:', de editorsnamen gevolgd door '(editors)'. *Titel van het boek* (cursief), volume of uitgave (indien meerdere), naam en lokatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het hoofdstuk.

Bij boeken zijn volgende elementen van belang: de namen van auteurs gevolgd door de initialen van de voornamen, het jaar van publicatie, de volledige titel van het boek, de naam en locatie van de uitgeverij, begin- en eindpagina's van het geciteerde hoofdstuk, het totaal aantal bladzijden van het boek. Verslagen van conferenties dienen op dezelfde wijze vermeld te worden, mits toevoeging als het mogelijk is van de plaats, de datum de conferentie en de namen van de wetenschappelijke editors.

Voorbeeld: 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.

Een persoonlijke mededeling wordt in de tekst als volgt vermeld: initialen en naam, persoonlijke mededeling, jaartal). Voorbeeld: (W.R. Allan, persoonlijke mededeling, 1988). Deze referentie wordt niet opgenomen in de literatuurlijst.

Voor de referenties zonder auteur wordt in het nummer in de tekst vermeld en in de literatuurlijst: Anonymus (jaartal). Titel. Bron (waar men de gegevens kan terugvinden).

Het Redactiecomité behoudt zich het recht artikelen die niet aan de voorafgaande instructies beantwoorden af te wijzen. De artikelen zullen aan één of meer door de redactie gekozen referees voorgelegd worden. Deze referees blijven onbekend voor de auteurs.

In geval van aanvaarding zal de Redactie van elk van de verschillende auteurs van een artikel de verbintenis vragen hun publicatierecht af te staan aan TROPICULTURA.

TROPICULTURA

2003 Vol. 21 N° 3

Four issues a year (July - August - September)

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

- Modelling C Turnover through the Microbial Biomass in Soil (*in English*)
S.K. Kachaka, R. Merckx & K. Vlassak 97
- Sex-ratio Daily Evolution in a Population of *Mononychellus tanajoa* Bondar (Acari: Tetranychidae) in the Laboratory, Population Dynamics Parameters (*in French*)
A.M. Badegana 101
- Microbiological Study of «Ntoba-Mbodi», Fermented Cassava Leaves (*in French*)
D. Louembé, S.C. Kobawila, Gisèle Bouanga Kalou & S. Kéléké 106
- Behaviour and Performance of Eight Lines of Rainfed Rice Selected at Yangambi (*in French*)
K.M. Kasongo, M.J. Walangululu, K.M. Bantodisa, B. Likoko & K. Mbuya 112
- Effect of Sowing Date on Anthracnose of Sorghum in the Nigerian Sudan Savanna (*in English*)
P.S. Marley & O. Ajayi 117
- Farmers' Practices and Strategies for Ruminants' Supplementation in Mixed Crop-livestock Farming Systems in the Central Plateau and North of Burkina Faso (*in French*)
J.S. Zoundi, L. Sawadago & A.J. Nianogo 122
- Selection of Varieties Onion (*Allium cepa* L.) Adapted to the North of Ivory Coast (*in French*)
S. Silué, L. Fondio, M.Y. Coulibaly & H. Magein 129
- The Performances of Somba Cattle Race in Rural Area (*in French*)
A. Adanléhoussi, H. Bassowa, A. Défly, K. Djabakou, K. Adoméfa & N'T. Kouagou 135
- Peri Urban Milk Production in Southern Senegal. Seasonality of Supply and Economic Performances (*in French*)
P.N. Dieye, G. Duteurtre, M.M. Sissokho, M. Sall & D. Dia 142
- Performance of New Hybrid Yam (*D. Rotundata* Poir) Varieties in the Forest Zone of Nigeria (*in English*)
G.O. Agbaje, A.A. Adegbite & T.A. Akinlosotu 149
- Evaluation of the Efficiency of Aqueous Extracts of Papaw Seeds (*Carica papaya* L.) for the Treatment of Caecum *Eimeria tenella* Coccidiosis in Broiler Chicken (*in French*)
M. Mpoame, A. Téguia & Joséphine Mireille Akoa Etoa 153
- Selection Criteria for Combining High Yield and *Striga* Resistance in Sorghum (*in English*)
F.A. Showemimo 157
- BIBLIOGRAPHY 160

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

DGDC

DGCD