



DGCI

DGIS

SOMMAIRE - INHOUD - SUMARIO

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Efficacy of Intercropping as a Management Tool for the Control of Insect Pests of Cabbage in Ghana Efficacité de l'association des cultures comme outil de contrôle des insectes nuisibles du chou au Ghana Doeltreffendheid van teeltassociatie als controlemiddel tegen de schadelijke insecten van de kool in Ghana Eficacia de la asociación de culturas como útil de control de insectos dañinos del repollo en Ghana	49
J.A. Timbilla & K.O. Nyako	
Régime alimentaire de <i>Microthrissa congica</i> Regan 1917 (Pisces, Clupeidae) du bassin du Congo Voedingsdieet van <i>Microthrissa congica</i> Regan 1917 (Pisces, Clupeidae) van het Kongobekken Régimen alimenticio del <i>Microthrissa congica</i> Reagan 1917 (Pisces, Clupeidae) de la cuenca del Congo	53
A. Kimbembima-Ibaka & B. Nzuki	
Paca (<i>Agouti paca</i>) and Agouti (<i>Dasyprocta</i> spp.) – Minilivestock Production in the Amazonas State of Venezuela : 1. Biology Paca (<i>Agouti paca</i>) et agouti (<i>Dasyprocta</i> spp.)- Mini-élevage dans l'Etat d'Amazonas du Venezuela : 1. Biologie Paca (<i>Agouti paca</i>) en agouti (<i>Dasyprocta</i> spp.)- Mini-veeteelt in de Staat Amazonas van Venezuela :1. Biologie Paca (<i>Agouti paca</i>) y Agouti (<i>Dasyprocta</i> spp.) – Mini ganadería en el estado de Amazonía de Venezuela : 1.Biología	56
G. Govoni & D. Fielding	
Brewer's Grains from Cameroon Brewery in Breeder Chicken Rations : Effect on Productive and Reproductive Performance Drèche desséchée des brasseries du Cameroun dans l'alimentation des poules de reproduction : Effet sur les performances de production et de reproduction Gedroogde draf van de brouwerijen van Kameroen in de voeding van reproductiekippen : effect op de productie en de voortplanting Residuo seco de cebada de las cervecerías del Camerún en la alimentación de gallinas y reproducción : efectos sobre los resultados de producción y reproducción	61
M. J. Mafeni & R. Fombad	
Viabilité des bovins de race Borgou à la Ferme Elevage de l'Okpara au Bénin Leefbaarheid van runderen van het Borgou ras op het fokstation van Okpara in Benin Viabilidad de bovinos de raza Borgou en la granja criadero del Okpara en Benin.	65
A.K.I. Youssao, A. Ahissou, N.D. Idrissou , C. Michaux, Z. Touré & P.L. Leroy	
The Influence of Seed Rate and Fertilizer Type on Growth of <i>Tridax procumbens</i> in Subhumid Nigeria Influence de la densité de semis et du type d'engrais sur la croissance de <i>Tridax procumbens</i> dans la zone sub-humide du Nigeria Invloed van de zaaidensiteit en het type meststof op de groei van <i>Tridax procumbens</i> in de sub-vochtige zone van Nigeria Influencia de la densidad de semilleros y del tipo de abono sobre el crecimiento de <i>Tridax procumbens</i> en la zona sub-húmeda de Nigeria	70
O.S. Onifade, A.T. Omokanye & J.T. Amodu	
Insémination artificielle des vaches zébu 'Azawak' et taurins 'Gourounsi ' au Burkina Faso Kunstmatige inseminatie van 'Azawak' en 'Gourounsi' koelen in Burkina Faso Inseminación artificial de vacas cebús 'Azawak' y toros 'Gourounsi ' en Burkina Faso	75
M. Zongo, H. Boly, L. Sawadago, W. Pitala , N. M. Sousa , J.F. Beckers & P. L. Leroy	
Aptitude de terre et risque d'érosion en culture irriguée de pois mange-tout (<i>Pisum sativum</i>) sur un andosol des hauts plateaux de l'Ouest Cameroun Bodemgeschiktheid en erosiegevaar bij geïrrigeerde kweek van peulen (<i>Pisum sativum</i>) op een andosol van de hoogvlakten van West-Kameroen Aptitud de la tierra y riesgo de erosión en cultivos irrigados de tirabeque (<i>Pisum sativum</i>) en un andosol de altas mesetas en el Oeste del Camerún	79
A. Boukong, M.F. Fonteh & C.M. Tankou	
Performance compétitive de la filière dattes en Tunisie Competitive prestaties van de dadelsector in Tunesië Resultados competitivos de la hilera dátiles en Túnez	85
M. S. Bachta & L. Zaibet	
Factors Influencing the Spread of Cooking Banana Processing Methods in Nigeria Facteurs influençant la diffusion des méthodes de transformation des bananes à cuire au Nigeria Factoren die de verspreiding beïnvloeden van verwerkingstechnieken van de kookbanane in Nigeria Factores influyendo en la difusión de los métodos de transformación de plátanos a cocinar en el Nigeria	90
M. Tshiunza , J. Lemchi & Uloma Onyeka	

English contents on back cover

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

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Efficacy of Intercropping as a Management Tool for the Control on Insect Pests of Cabbage in Ghana

14 DEC. 2001

J.A. Timbilla* & K.O. Nyako**

Keywords: *Brassica oleracea* – *Plutella xylostella* – *Hellula undalis* – *Chromolaena odorata* – *Mentha spicata* – *Lycopersicon esculentum* – *Allium cepa* – Intercropping

Summary

The efficacy of intercropping cabbage with other vegetables and herbs as a management tool in mitigating insect pests problems of cabbage was investigated in the field at Kwadaso, Kumasi during a three season period in the forest region of Ghana. The results showed that *Plutella xylostella* could be effectively controlled when cabbage is intercropped with onion, spearmint and tomato. However, there is the need to control *Hellula undalis* in endemic areas with pesticides up to six weeks after transplanting. Both Karate (cyhalothrin) and Dipel 2X (the biopesticide *Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki*) were effective in mitigating the problem of *H. undalis* in the intercropping experiments and both are recommended.

Résumé

Efficacité de l'association des cultures sur la lutte des insectes nuisibles du chou au Ghana

Une étude a été menée dans un champ situé dans une zone forestière à Kwadaso, Kumasi au Ghana pendant trois saisons culturales. L'objectif était de voir si le chou cultivé en association avec d'autres légumes ou d'autres herbes pouvait résister à l'attaque des insectes nuisibles. Les résultats obtenus montrent que les attaques du chou par *Plutella xylostella* pouvaient être minimisées si le chou était cultivé en association avec l'oignon, la menthe et la tomate. Il a été également constaté que le traitement des choux avec des pesticides contre *Hellula undalis* était nécessaire dans les zones où ce ravageur était endémique jusqu'à six semaines après le repiquage. L'utilisation de Karate (cyhalothrin) et de Dipel 2X (un bio-pesticide à base de *Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki*) s'est montrée efficace et a atténué l'attaque des choux par *H. undalis* si le chou était cultivé en association avec d'autres plantes. Ces produits sont à recommander.

Introduction

The importance of cabbage, *Brassica oleracea* (L.) as an urban vegetable in Ghana cannot be overemphasized. However, production of this vegetable is hampered by pest insect damage, particularly by *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) and *Hellula undalis* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae). Current control methods of these pests include the use of chemical and biological insecticides, and plant extracts such as cyhalothrin, *Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki* and azadirachtin respectively.

In most market gardens and small holder cabbage farms, it is quite usual to intercrop cabbage with other vegetables. However, intercropping as practised by

Ghanaian farmers is not targeted to control pests per se but for economic reasons. Studies conducted in Russia and Asia (1) have, however, demonstrated that intercropping reduced cabbage pest populations in the field.

Insects are known to cue on the odours emanating from their host plants to land and feed. Stronger odours from non-host plants in association with the host plant tend to mask the odours of the host plant. This phenomenon is said to confuse insect pests and reduce their ability to locate their host plant (6).

According to Norman (3), research on intercropping has previously been neglected by many investigators

*Biocontrol Unit, Crops. Research Institute, P.O. Box 3785, Kumasi, Ghana.

**Biological Science Department, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi Ghana

Received on 19.04.99 and accepted for publication on 29.05.00

because of the belief that it did not lend itself easily to modern cultivation technology. However, recent demonstrations of advantages of the system, even at high levels of appropriate technology, has brought this assumption into question (7, 8).

The objective of this study was to evaluate the efficacy of intercropping cabbage with other vegetables or herbs in an attempt to control insect pests on cabbage.

Material and methods

Three separate intercropping experiments were conducted between February 1994 and January 1995 at Kwadaso, that is near Kumasi in the forest region of Ghana. The interplants used were *Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson (*Eupatorium odoratum* L.) (acheampong), *Lycopersicon esculentum* (L.) (tomato), *Allium cepa* (L.) (onion) and *Mentha spicata* (L.) (spearmint). Sole cabbage, *Brassica oleracea* was used as a control plot.

Five treatments were tested: cabbage/onion intercrop, cabbage/spearmint intercrop, sole cabbage (control), cabbage/tomato intercrop and cabbage/acheampong intercrop.

Each treatment was replicated three times in a randomized complete block design. A plot measured 5.3 x 2.1 m and contained two rows of cabbage and three rows of the interplant, except for the control which had five rows of cabbage. Cabbage was planted at 0.45 m in the row and 0.45 m between rows. Interplants were however planted as follows: tomato (variety "Wosowoso"): 0.60 m within rows spaced 0.45 m from cabbage rows; spearmint: 0.75 m within rows and 0.45 m from cabbage rows; achempong: 0.75 m within rows and 0.45 m from the cabbage rows, and onions at 0.10 m within rows and 0.15 m from the cabbage rows.

There were 24 cabbage plants per plot for each of the interplants and 60 for the control. The second and fourth cabbage rows in the control were used for data collection. Data collection was made on ten cabbage plants from each plot. Weeding was done when necessary with a hand fork. Each plot was separated 1m from the other. Ammonium Sulphate and 20:20:0 N:P:K fertilizer were applied to the cabbage at the rate of 10 g/plant, 10 and 30 days after transplanting. No fertilizer was applied to the intercrops. Transplanting of cabbage seedlings to the field was

done four weeks after nursing and was spaced 0.45 m x 0.45 m on the beds. Transplanting was carried out in the evening to avoid heat shock. Parameters investigated were: cabbage bud damage (multiple heading) caused by *Hellula undalis* and cabbage head damage caused by *Plutella xylostella* using a 1-5 point scale at harvest. On the scale 1 represented leaf damage by *P. xylostella* up to 5% on the scale; 2 for damage between 6 and 15%; 3 for damage from 16 to 25% damage while 4 and 5 represented damage between 26 and 50% and above 50%; damage respectively (Appendix 1). The yield (cabbage head weight) was also measured at harvest. No pesticides were applied to the treatments in the first two experiments.

The above methodology was used for the first two experiments. The third experiment was modified to a factorial design. Here, the intercrops (as above) formed the main treatments while for each of the plots one row of cabbage was treated with Dipe 2X (*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*) at 1 g/l and the other with Karate (cyhalothrin) at 2.4 ml/l and these formed the sub-treatments. The pesticides were applied as sprays using a CP 15 Knapsack sprayer fitted with a shield to avoid pesticide drift. Frequency of pesticide application was weekly and this continued until head formation. Ammonium sulphate and 20:20:0 N:P:K fertilizer were applied to the cabbage at the rate of 10 g/plant, 10 and 30 days after transplanting, respectively. Ten cabbage plants in each sub-plot were used for data collection. The rest of the methodology was the same as described above.

Count data were transformed using the formula $y = \sqrt{x+0.5}$ (2). ANOVA was applied to all the results.

Results and discussion

EXPERIMENT ONE

Cabbage Bud Damage by *H. undalis*

There were no significant differences among the treatments at the 5% level. The damage recorded, however, ranged from 15.0% to 26.7% (Table 1). The damage recorded here by *Hellula undalis* to cabbage bud was relatively high most probably due to the absence of pesticide application in this experiment.

Cabbage Head Damage by *P. xylostella*

Cabbage head damage in this experiment was low (mean scores ranging from 1.3 to 1.6) and not significantly different from each other at the 5% level (Table 1).

Table 1
Cabbage bud damage by *H. undalis* (%), head damage by *P. xylostella* (mean score on a 1-5 scale) and yield of cabbage head (t/ha) in the first experiment

Treatment	<i>H. undalis</i> damage (%)	<i>P. xylostella</i> damage (Mean score)	Yield (t/h)
Cabbage/Onion	15.0	1.5	9.9
Cabbage/Mint	18.3	1.6	5.0
Sole cabbage (Control)	13.3	1.3	9.7
Cabbage/acheampong	26.7	1.3	4.4
Cabbage/Tomato	26.7	1.4	8.9
LSD (5%)	22.9	0.6	5.3

Table 2
Percentage insect abundance in second experiment

Insect	% Abundance
<i>Hellula undalis</i>	84.5
<i>Plutella xylostella</i>	1.0
Other insects	14.5

The other insects were identified as beneficial arthropods namely spiders (7.7%) and *Cotesia* sp. (6.8%)

Yield of Cabbage Head

Cabbage head weight did not show any significant differences at $P=0.05$ (Table 1). The lowest yield was however observed in the cabbage/acheampong intercrop.

EXPERIMENT TWO

Cabbage Bud Damage by *H. undalis*

The field became heavily infested with *H. undalis* (Table 2). From one week after the crop establishment to the end of the fourth week, the field was completely destroyed. The field was therefore abandoned. The high incidence of pests in the second experiment was probably due to insect pest build-up resulting from the first experiment. This is the first time a cabbage field has been completely destroyed by *H. undalis* in ten years.

The very low population of *P. xylostella* may be attributed to the activities of natural enemies (*Cotesia* spp. and spiders) on the field (Table 2). Because of the concealed nature of *H. undalis*, the spiders probably could not reach them to feed on. Indications are that the continuous cultivation of cabbage is giving rise to the proliferation of *H. undalis*, which hitherto was only an occasional pest. The results prompted a third experiment with some modifications aimed at mitigating *H. undalis* infestation during the early stages of cabbage intercropping experiments.

EXPERIMENT THREE

Cabbage Bud Damage by *H. undalis*

There were significant differences among the main treatments at the 5% level regarding cabbage bud damage (Table 3). There was, however, no difference in the sub-treatments, i.e. in the effect of pesticides applied. Thus both Karate and Dipel 2X were equally effective in controlling *H. undalis* in the field.

The sole cabbage treatment showed very high infestation of *H. undalis* and this was significantly different from the other four treatments. The cabbage/onion treatment had no *H. undalis* damage but was not significantly different from the cabbage/mint and cabbage/tomato treatments. The cabbage/onion treatment was however significantly better than the cabbage/acheampong treat-

ment at $P<0.05$.

Cabbage Head Damage by *P. xylostella*

This parameter also showed some significant differences in only the main treatments at the 5% level (Table 3). The treatments with the lowest insect damage were the cabbage/onion, cabbage/mint and cabbage/acheampong interplants, though not significantly different from the cabbage/tomato treatment. However, all four treatments performed significantly better than the control at $P<0.05$.

Yield of Cabbage Head

The yield also showed significant differences in the main treatments but not in the sub treatments (Table 3). The lowest yield was recorded in the cabbage/acheampong treatment. This was significantly different from the other treatments, which were statistically the same at the 5% level.

The results showed that pesticide application is necessary to control *H. undalis* in intercropping of cabbage with other vegetables/herbs. This is probably because the interplants were too young for their odours to mask the odour of the cabbage. There was no significant difference between the two pesticides evaluated i.e. Karate and Dipel 2X in controlling *H. undalis* in the intercropping experiment. Since *H. undalis* has not yet developed resistance to either Dipel 2X or Karate, they could be used to control *H. undalis*. Secondly, since the two pesticides are compatible with each other (Brahmah and Timbilla, unpublished), they could also be applied in a mixture to control *H. undalis*. Here the quick knock-down effect of Karate and the environmental safety of Dipel 2X could both be exploited.

The better performance of the intercrops in reducing populations of *P. xylostella* is probably due to the fact that *P. xylostella* attack comes later than *H. undalis*, thus the effect of the interplants could be realised. Srinivasan and Veeresh (5) also reported that intercropping cabbage with tomato reduced populations of *P. xylostella* and *C. binotalis* in India. Raros (4) demonstrated that intercropping of cabbage with tomatoes could reduce infestations of diamondback moth. Secondly, the activities of the natural enemies (*Cotesia* spp. and spiders) were additional factors.

The study also revealed that *H. undalis* attack ceased at the 6th week after transplanting when the cabbage heads were formed. This implies *H. undalis* needs to be controlled until head formation when damage caused by the insect ceases.

The *C. odorata* intercrop was quite effective in controlling *P. xylostella* when cabbage was intercropped with it. This however resulted in very low yield of the cabbage heads (4.6 t/ha). This agrees with the results reported by Srinivasan and Veeresh (5). It is also possible that the allelopathic and shading effects of *C. odorata* contributed to the low yields. In some cases the effects of the *C. odorata* prevented head formation thus *C. odorata* cannot be recommended as an intercrop in the cab-

Table 3
Cabbage bud damage by *H. undalis* (%), head damage by *P. xylostella* (mean score on a 1-5 scale) and yield of cabbage head (t/ha) in the third experiment

Treatment	<i>H. undalis</i> damage (%)	<i>P. xylostella</i> damage (Mean score)	Yield (t/ha)
Cabbage/Onion	0.0	1.0	6.7
Cabbage/Mint	10.3	1.0	6.7
Sole cabbage (Control)	46.9	1.7	6.3
Cabbage/acheampong	20.4	1.0	4.6
Cabbage/Tomato	11.2	1.2	6.3
LSD (5%)	13.4	0.2	0.6

bage production. The yields in the other treatments (ranging from 6.3 t/ha - 6.7 t/ha) are however comparable with results obtained in sole cropping of cabbage by Srinivasan and Veeresh (5).

Conclusion

Based on the results obtained so far it is suggested that intercropping cabbage with onion, tomato and *M. spicata* is effective in reducing populations of cabbage pests. However, this has to be preceded with weekly applications of pesticides in order to control *H. undalis* during the first 6 weeks after transplanting in pest endemic areas.

Acknowledgements

The authors are very grateful to Dr. J.K. Twumasi and Mr. R.K. Bam both from the Crops Research Institute for their comments and suggestions towards the preparations of this document.

Appendix 1

Scale used for scoring *P. xylostella* damage

Score Damage to leaf

1 = 0-5%	4 = 26-50%
2 = 6-15%	5 = >50%
3 = 16-25%	

Literature

1. Anonymous, 1992. Management of diamondback moth and other Crucifer Pests. Ed. Talekar, N.S. Proceedings of the Second International Workshop. AVRDC. Shanhua, Taiwan. 603 pp.
2. Gomez K.A. and Gomez A.A., 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd Edition. John Wiley and Sons Inc. Singapore. Pp. 304-305.
3. Norman D.W., 1974. Rationalising mixed cropping under indigenous conditions. The example of Northern Nigeria. Journal of Development Studies. 11:3-21.
4. Raros R.S., 1973, Prospects and problems of integrated pest control in multiple cropping. IRRI Study Seminar, August 1973. 16 pp. (Mimeographed).
5. Srinivasan K. and Veeresh G.K, 1986. Economic analysis of a promising cultural control in the control of moth pests of cabbage. Insect Science and its Application. 7(4): 559-563.
6. Stoll G., 1986. Natural crop protection based on local farm resources in the tropics and subtropics. Josef Margraf, Stuttgart. pp. 44-50.
7. Willey R.W., 1979. Intercropping: Its importance and research needs, competition and yield advantages. Field Crop Abstracts. 32: 1-10.
8. Yunusa I. A. M., 1989. Effects of planting density and plant arrangement pattern on growth and yields of maize (*Zea mays* L.) and Soya bean (*Glycine max* L. Merr) grown in mixtures. Journal of Agricultural Science. Cambridge. 112: 1-8.

J.A. Timbilla, Ghanaian, M. Phil., Entomologist. Biocontrol Unit, Crops. Research Institute, P.O. Box 3785, Kumasi, Ghana

K.O. Nyako, Ghanaian, M. Sc., Pathologist. Biological Science Department, Kwame Nkrumah University of Science and Technology. Kumasi, Ghana

Régime alimentaire de *Microthrissa congica* Regan 1917 (Pisces, Clupeidae) du bassin du Congo.

A. Kimbembu-ma-Ibaka & B. Nzuki*

Keywords : Diet - *Microthrissa congica* - Congo basin

Résumé

À l'issue d'une analyse de quatre cent trente-quatre contenus stomacaux de *Microthrissa congica* Regan 1917, petit Clupéidé du bassin du Congo, il est démontré que ce poisson est essentiellement insectivore. Les nymphes de *Chironomides* constituent sa proie préférée.

Summary

Diet of *Microthrissa congica* Regan 1917 (Pisces, Clupeidae) in Congo Basin.

After the analysis of four hundred and thirty four stomach contents of *Microthrissa congica* Regan 1917, a small Clupeidae of the Congo basin, it has been demonstrated that this fish is essentially insectivore and its favourite kind of food is the nymphs of *Chironomides*.

Introduction

Actuellement, les études réalisées sur les Clupeidae d'eau douce du bassin du Congo sont rares. Cependant l'aspect systématique de cette famille qui a été abordé par Poll (8) et Gourène (2) montre qu'il existe six espèces de Clupeidae dans le bassin du Congo, dont *Odaxthrissa losera* Boulanger 1899, *Microthrissa minuta* Poll 1974, *Microthrissa royauxi* Boulanger 1902 et *Microthrissa congica* Regan 1917.

Parmi ces espèces, *Microthrissa congica*, étant très prisé par les consommateurs, est commercialisé toute l'année sur les marchés de Kisangani et de Kinshasa.

Le but du présent travail est de déterminer le régime alimentaire de *Microthrissa congica* en mettant en évidence ses aliments préférentiels et de chercher à savoir s'il y a des variations qualitatives et quantitatives dans ce régime.

Cette étude, appuyée par celle de la biologie de reproduction, pourrait être utile en cas d'une tentative de production contrôlée de ce poisson. Ce dernier, étant essentiellement insectivore, peut être utilisé, dans la mesure du possible, en lutte biologique contre les nymphes des anophèles.

Milieu d'étude

Les spécimens qui ont été examinés dans cette étude provenaient de la rivière Tshopo entre sa confluence avec la rivière Lindi et le barrage hydro-électrique de la Société Nationale d'Electricité (SNEL).

La rivière Tshopo (Figure 1) se trouve au Nord de Kisangani, ville située dans la cuvette centrale (0° 31' N - 25° 11' E), avec une altitude variant de 376 à 426 m. Le cli-

mat, de type équatorial, est caractérisé au cours de l'année par l'abondance des précipitations (aux mois de mai et de juillet à novembre) interrompues par une petite saison sèche (aux mois de juin et de décembre à février). La moyenne annuelle de précipitations enregistrée lors du présent travail était de 140,9 mm, avec un minimum de 11,4 mm (au mois de janvier) et un maximum de 375,5 mm (en octobre). La température moyenne était de 24,05°C, comprise entre 22,6°C (minimum) et 24,9°C (maximum). La végétation naturelle de part et d'autre de la Tshopo est constituée des associations à *Eichornia crassipes* Solms et *Trachypogon braunianum* (K. Schum) Bak. ainsi que des peuplements d'*Entolasia olivacea* Stapf.

Matériel et méthodes

Entre mai 1988 et avril 1989, 434 contenus stomacaux de *Microthrissa congica* ont été analysés. Trois filets maillant ont été utilisés, mesurant respectivement, 12,15 et 20 mm nœud à nœud, 30 m de longueur et 1,5 m de hauteur. Les spécimens capturés étaient conservés dans des bocaux contenant du formol à 5 %.

La longueur totale et standard de chaque poisson a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse et utilisée pour la détermination de la taille de maturité sexuelle. Les différents stades de maturité sexuelle ont été déterminés à l'aide de l'échelle de maturation de De Kimpe (1). Les poissons étaient pesés grâce à une balance de type Mettler P1200 (au centième près). Le prélèvement des estomacs et l'observation de proies ont été effectués avec une paire de ciseaux, une pince et une loupe binoculaire.

* Chef des Travaux à l'ISP ; B. P. 127 Mbanza- Ngungu
Reçu le 14. 09. 99 et accepté pour publication le 11. 09. 99

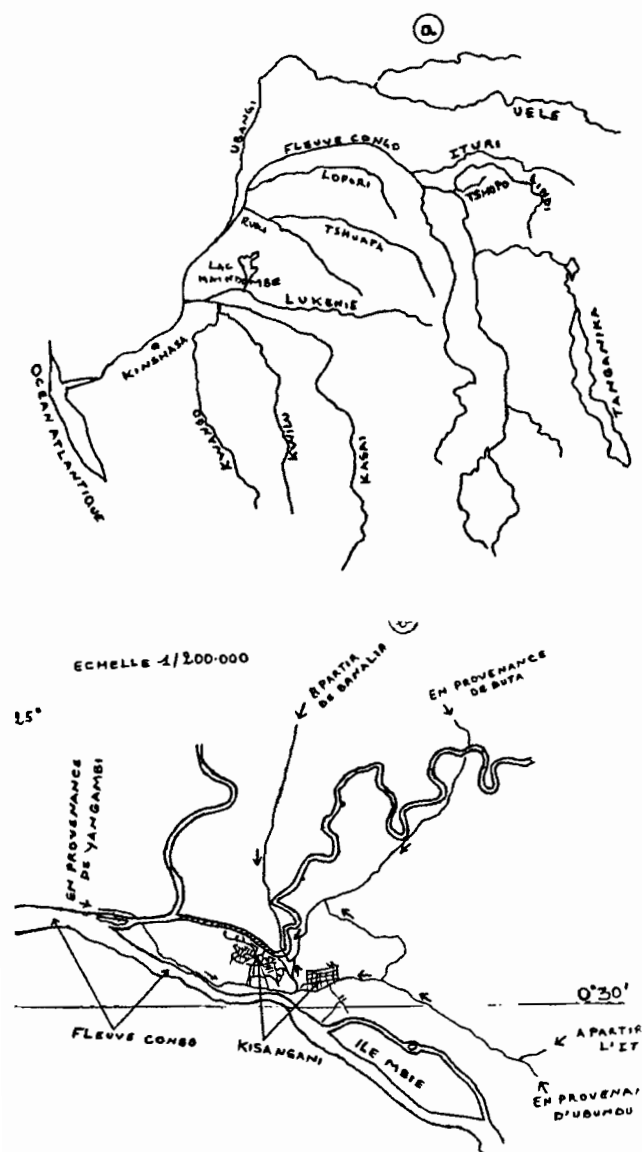


Figure 1: Situation de la rivière Tshopo dans le bassin du Congo (a) et par rapport à la ville de Kisangani et quelques voies d'accès (routes) (b).

L'indice alimentaire (IA), basé sur la synthèse des examens de contenus stomacaux individuels, a été calculé selon la formule $IA = \% OC \times \% vol/100$ proposée par Lauzanne (5), dans laquelle IA = indice alimentaire, % OC = pourcentage d'occurrence et % vol = pourcentage volumétrique, remplacé par le pourcentage pondéral (% PO) dans cette étude. L'échelle de Lauzanne (op.cit), légèrement modifiée (ajout de proies accessoires), a été adoptée.

Elle se présente de la manière suivante :

- Proies largement dominantes : $IA > 50$;
- Proies essentielles : $25 < IA < 50$;
- Proies importantes : $10 < IA < 25$;
- Proies secondaires : $1 < IA < 10$;
- Proies accessoires : $IA < 1$.

L'étude des variations du régime alimentaire a été faite, d'une part, en séparant les poissons en immatures et matures, et d'autre part, en groupant les contenus stomacaux mensuels en deux saisons, la saison pluvieuse et la petite saison sèche.

Résultats

Il se dégage du tableau 1 que le régime alimentaire de *Microthrissa congica* est constitué de 16 catégories de proies. Quelque soit le paramètre étudié, les nymphes de Chironomides constituent la base du régime alimentaire de ce poisson : cette catégorie de proie est essentielle chez les individus matures et pendant la saison de pluie et devient importante chez les immatures et pendant la saison sèche.

Le régime alimentaire est plus diversifié chez les poissons matures que chez les immatures, qui ne mangent que 6 proies sur les 16 inventoriées, à savoir : les Odonates, les Chironomides (larves et nymphes), les Hyménoptères, les Diptères terrestres et les débris animaux.

L'influence saisonnière se manifeste d'une manière apparente dans ce régime alimentaire: le coefficient de vacuité passe de 32,54 (saison sèche) à 42,64 (saison des pluies). Certaines proies sont absentes pendant la saison sèche : il s'agit des Crustacés, des Trichoptères, des larves de Lépidoptères et des Diptères. A part les Odonates, les Ephéméroptères et les Hyménoptères, tous les autres types d'aliments ont connu une élévation des IA pendant la saison des pluies.

Discussion

L'examen des contenus stomacaux révèle l'importance prépondérante de la faune entomologique dans l'alimentation de *Microthrissa congica* caractérisée par deux sources d'approvisionnement: une source endogène (aquatique) et une exogène (terrestre). Celle-ci comprend tout ce qui arrive dans l'eau par l'action du vent et de la pluie, p ex.

A l'instar de Kimbembé et Bisunu (4), l'étude du régime alimentaire en fonction des individus matures et immatures a été faite sur base du paramètre "taille" au lieu de l'âge pour la simple raison que nous n'avons pas procédé à la scalimétrie de *Microthrissa congica*.

La diversité du régime alimentaire observée chez les individus matures serait liée à l'adaptation au milieu du système digestif, qui est plus importante chez les matures que chez les immatures. Cette idée corrobore les affirmations de Durand, cité par Ilunga (3).

L'effet de la saison sur le régime alimentaire des poissons a déjà été démontré (6). En général, l'indice alimentaire (IA) est plus élevé en saison des pluies. Celle-ci, comme le confirme aussi Matthes (7), correspond généralement à la période d'intense reproduction chez la plupart des poissons de la cuvette centrale. L'abondance des proies observée pendant la saison des pluies peut s'expliquer par le fait que beaucoup d'insectes tombent à terre ou dans l'eau suite aux pluies. Et lors des inondations, comme l'avaient démontré auparavant Kimbembé et Bisunu travaillant sur un affluent de la Tshopo (4), les eaux de rivières débordent le lit mineur de plusieurs mètres (voire, 20 m). Ces lieux d'inondation offrent alors un large spectre alimentaire aux poissons, qui suivent ce mouvement latéral, soit pour se reproduire, soit pour chercher de la nourriture. Ces mêmes lieux sont également à l'origine de la création des mares temporaires très peu profondes servant de gîtes larvaires aux Diptères, dont les anophèles, agents vecteurs de la malaria très fréquents dans la cuvette centrale. Dans le cas où il s'avérerait que les

Tableau 1
Régime alimentaire (en I.A.) de *Microthrissa congica* en fonction des stades de maturité (A) et des saisons (B)
dans la rivière Tshopo.

Catégorie de proies	A		B	
	P. immatures (Taille : moins de 66 mm)	P. matures (Taille : 66-100 ,mm)	S. sèche	S. de pluies
Crustacés	-	0,0015	-	0,001
Arachnides	-	0,00014	0,2	-
Insectes aquatiques				
Plécoptères	-	0,187	0,006	0,22
Epheméroptères	-	2,56	7,63	0,01
Odonates	0,9	0,024	0,02	0,01
Trichoptères	-	0,0021	-	0,001
Coléoptères	-	0,032	0,02	0,04
Chironomides (L)	1,62	1,45	0,6	0,95
Chironomides (N)	21,8	29,86	24,1	26,22
Insectes terrestres				
Orthoptères	-	0,063	0,02	0,03
Hyménoptères	1,62	2,43	2,29	2,13
Lépidoptères	-	0,00007	-	0,00001
Isophtères	1,7	0,26	0,002	0,31
Diptères	-	0,1	-	0,005
Poissons (œufs)	-	0,0024	0,003	0,002
Débris animaux	1,35	8,72	1,88	6,01
		C.V.	32,54	42,64

Légendes

P = poissons – S = saison – IA = Indices Alimentaires – L = larves – N = Nymphes – C.V = Coefficient de vacuité.

larves d'anophèles comptent parmi les diptères consommés par *Microthrissa congica*, il faudra penser à utiliser cette espèce dans la lutte biologique contre la malaria.

Conclusion

Nous pouvons classer *Microthrissa congica* parmi les poissons insectivores ayant comme préférence alimentaire les nymphes de Chironomides.

Néanmoins, ce régime alimentaire présente des différences en fonction des individus matures et immatures d'une part, et des saisons, d'autre part : il se caractérise par une très faible diversité et des IA généralement plus élevés, respectivement chez les immatures et pendant la saison des pluies.

Références bibliographiques

- De Kimpe P., 1964. Contribution à l'étude hydrobiologique du Luapula-Moero, Anuls. Mus. Roy. Afrique cent. 128 :238 p. 86 Fig.6 pl.
- Gourène G., 1988. Révision systématique des Clupeidae d'Eaux douces de l'Ouest et du centre africain. Morphologie, Biométrie. Ostéologie et Zoogéographie de Genres : *Pelonula odaxothrissa*, *Cynothrissa*, *Poecilothrissa* et *Microthrissa*. Thèse de DOC., Inst. Nat. Polytechnique de Toulouse.
- Ilunga M., 1995. Contribution à l'étude qualitative du régime alimentaire de quelques espèces de poissons de la rivière Ntendengele à Mbanza-Ngungu, Inedit, TFE, ISP/Mbanza-Ngungu, p. 24.
- Kimbembé M. & Bisunu M., 1996. Contribution à l'étude du régime alimentaire de *Clarias pachynema* Boulanger 1903 (Pisces, Clariidae) de la rivière Magina à Kisangani (Zaire) in Scientia -ISP/Mbanza-Ngungu IV, 1, 37-48.
- Lauzanne L., 1975. Régime alimentaire d'*Hydrocicon forskali* (Pisces, Characidae) dans le lac Tchad et ses tributaires, Cash. O.R.S.T.O.M. Série Hydrobiol IX,2,105-121.
- Lauzanne L., 1976. Régimes alimentaires et relations trophiques de poissons du lac Tchad O.R.S.T.O.M. X,4,267-310.
- Matthes A., 1964. Les poissons du lac Tumba et de la région d'Ikela. étude systématique et écologique. Ann. Mus. Roy. Af. Cent, 126 :204 p, 6 pl.
- Poll M., 1974. Synopsis et distribution géographique des Clupeidae africains, Description de Trois Nouvelles espèces. Bull. Acad. Roy. Belg. (Cl.Sci TLX). 5 : 141-161, 3 fig + 3

A. Kimbembé-ma-Ibaka : Congolais, Licencié en Pédagogie Appliquée, Option : Biologie et D.E.S. en Zoo-écologie et Doctorant en Gestion Intégrée des Forêts Tropicales. C/O I.S.P. B.P. 127 Mbanza-Ngungu.

B. Nzuki : Congolais, Licencié en Pédagogie Appliquée, Option : Biologie, Chef de Travaux à l'I.S.P. B.P. 127 Mbanza-Ngungu et Vice Président d'une Association pour la revalorisation d'un Légume Sauvage : *Psophocarpus scandens* (Endl) Verdc.

Paca (*Agouti paca*) and Agouti (*Dasyprocta* spp.) - Minilivestock Production in the Amazonas State of Venezuela:

1. Biology

G. Govoni* & D. Fielding**

Keywords: Paca- Agouti- *Dasyprocta*-Rodent- Minilivestock- Wildlife- Venezuela.

Summary

*In response to increasing human population pressure in the Amazonas State of Venezuela greater attention is being given to the "minilivestock" production of the wild rodents paca (*Agouti paca*) and agouti (*Dasyprocta* spp.) as sources of food and income and to reduce the risk of their possible extinction.*

In preparation for the increased farming of these rodents, this paper reviews published material on their characteristics, distribution, habitat, conservation status, behaviour, reproductive parameters and nutrition.

It is concluded that the two rodents paca and agouti, have characteristics that justify greater investment in their domestication and farmed production, although and behavioural issues and reproductive limits need further research.

Résumé

Paca (*Agouti paca*) et agouti (*Dasyprocta* spp.) - Mini-élevage dans l'Etat d'Amazonas du Venezuela: 1. Biologie

*En réponse à l'augmentation de la démographie au Venezuela, une grande attention s'est portée sur le "mini-élevage". Des rongeurs sauvages comme le paca (*Agouti paca*) et l'agouti (*Dasyprocta* spp.) peuvent être utilisés comme source de nourriture et de revenu, leur risque d'extinction serait réduit.*

En vue de l'élevage intensif de ces rongeurs, cette revue bibliographique publie des données sur leurs caractéristiques, distribution, habitat, protection, comportement, leurs paramètres de reproduction et leur nutrition.

En conclusion les deux rongeurs, le paca et l'agouti, ont des caractéristiques qui justifient un plus grand investissement concernant leur domestication et leur élevage. Cependant, les problèmes comportementaux et les limites de la reproduction nécessitent une recherche plus approfondie.

Introduction

In many less developed countries ever increasing human population pressure is forcing people to use every possible indigenous food resource. In Venezuela the two forest rodents paca (*Agouti paca*) and agouti (*Dasyprocta* spp.) are examples of such indigenous food resources which are now being increasingly considered for production in captivity. The term "minilivestock", (in French *mini-élevage*) is widely used to describe the utilisation of these and other small animals (8). In some countries there is the potential to develop the traditional minilivestock "production" from hunting to some form of more conventional farming. More intensive forms of production could ease the harvesting pressure on the wild populations and represents a means of preserving wild populations facing the threat of extinction. At present wild populations represent a reservoir of future breeding material and the farmed units could represent a potential reservoir of animals for possible restocking work where minilivestock have been hunted

to extinction.

Paca and agouti are small wild rodents native to Latin America and are well known for their tasty meat, especially the paca. They are prized in many areas including the Amazonas State of Venezuela, one location where these animals are traditionally hunted. In the past hunting by the Amerindians was for home consumption but in recent years the offtake of animals has been increased in order to achieve an income from selling rodent meat in the city markets. Consequently, Venezuela is now seeing severe exploitation of the wild rodent population and the paca, in particular, is believed to be threatened with extinction in spite of the fact that hunting it is technically banned.

In preparation for domestication and increased farming of pacas and agoutis this paper reviews the biology of these rodents with particular reference to their distribution and habitat, conservation status, behaviour, reproduction and nutrition.

* Department of Biology, Padova University, Padova, Italy

** Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, Easter Bush, Roslin, Midlothian, Scotland EH25 9RG.

Received on 25.04.00. an accepted for publication on 18.07.00.

Paca (*Agouti paca*) and agouti (*Dasyprocta spp.*): species characteristics

Pacas and agoutis are rodents of the infraorder *Caviomorpha* and belong to a group of animals which first appeared in South America in the fossil record of the early Oligocene (2). Rodents are a group which occupy a broad variety of ecological niches. The genera *Agouti* and *Dasyprocta* are closely related. They have been defined as the nocturnal and diurnal versions of the same animal (21). However, to hunters, pacas are the most important, probably because of the taste of their meat and high market value.

The paca

Agouti paca (Plate 1) is the second largest rodent in the world after the capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) (14). In general appearance it is like a giant guinea pig: with a heavy body, short legs (130 mm for the hind legs), a naked and short tail, and weighing 6-14 kg, when mature (13). The males are about 15% larger than the females (4). The sex of pacas is difficult to distinguish externally as the external genital organs are very similar. An important secondary sexual characteristic is the extra width of the head in the male due to the growth of the zygomatic bones (10).



Plate 1

Paca (spanish, Lapa) (*Agouti paca*) in Cano Gato, Piaroa village, Amazonas, Venezuela (Photo G. Govoni) [845]

Distribution and habitat

The paca is distributed throughout most of the Neotropics from east central Mexico to northern Argentina, including Cuba, where it has been relatively recently introduced (13). In Venezuela it is present over the whole country, except Margarita Island (15).

Pacas inhabit different tropical habitats but are most common in forested areas, including both deciduous woodland and rainforest. The presence of water is a constant characteristic of the paca's habitat and it is usually found near streams or rivers (13). When food sources are abundant the activity range of pacas may be very small but during the dry season, which is characterised by a general shortage of food, pacas can be encountered in other environments such as savannah, cultivated crop land or open rocky areas (2). Its range extends from the sea level to an altitude of about 1600 m (15).

Status

The paca is included in CITES Appendix III. Because of the huge geographic range of its distribution the paca is not considered an endangered species, nevertheless in many areas the wild population has been markedly reduced by severe hunting pressure and habitat modification (5, 13). Since the 1970's several countries such as Panama, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Surinam, Mexico and Venezuela have included the paca among species in danger of extinction, and have tried to protect it by passing various laws aimed at controlling or eliminating hunting (3, 14).

In Venezuela, hunting of pacas has been controlled since 1967, with alternating periods of temporary and total prohibition (14). However, this approach to conservation of the paca population has not achieved any consistent results due in part to a lack of sustained enforcement of the laws (14). In fact, the hunting prohibition of a species traditionally hunted and consumed in Venezuela has generated illegal commercial hunting that supplies paca meat to the urban centres at very high prices.

Behaviour

Pacas show nocturnal activity and rest during the day in burrows, hollow trees or among rocks. It is commonly believed that pacas utilise and modify burrows dug out by other species, especially armadillos (*Dasypus novemcinctus* and *D. kappleri*) (15). Paca burrows usually have more than one entrance that the occupants may conceal with piles of leaf litter (2).

Pacas are normally active in the early morning and late afternoon (16), although they have a mainly nocturnal habit. It is believed that pacas reduce their activity during moonlight nights but this could not be verified because hunters avoid hunting in such conditions (2). Therefore it is not clear whether unsuccessful hunting during moonlight nights, as claimed by local people, is a consequence of reduced activity by the animals or rather, is due to the easier detection of the human presence by pacas.

Although the paca is a terrestrial animal, the presence of water in the surrounding areas of its territory is a constant finding. Pacas often enter the water and show a good swimming ability. They frequently use streams or rivers as a way of escaping from danger (13).

Pacas show a strong territoriality, protecting their home range with violent fights which sometimes result in the death of one of the combatants (14). The normal total area of paca territories is not well defined but is reportedly larger than for agouti territories which are considered to be 2 - 3 hectares (16). However the area covered by pacas varies according to the availability of food, energy needs (increased during lactation) and season (dry or rain) (14).

Pacas are normally observed alone and only rarely in pairs (2, 16). Aggressiveness is one of the principal characteristics of their behaviour and it probably represents the main constraint to breeding them in captivity (11, 13). Nevertheless, pacas have been raised in captivity by creating small groups rather than couples. The problems usually arise with the introduction of new animals which alter the existing social structure (1, 14, 22). When new pacas come in contact in captivity or they perceive a threat, they exhibit pilo-erection, emit a typi-

cal bark-like sound and show teeth-chattering with grinding (1, 15).

Reproduction

Females reach sexual maturity at approximately 9 months of age, whilst for males it is around 1 year (2). In research on a wild population in Colombia pregnant females were encountered at all times of the year (2). However, a higher birth frequency was recorded in March and September in a population of 47 captive pacas studied in Costa Rica (11). In Panama, a birth peak in a wild population in March-May was reported which coincided with the beginning of the local season of fruit abundance (22).

The gestation period of pacas shows considerable variation. One report indicates a mean gestation period of 155 days with a range of 138 to 173 days (22), whilst another gives a specific figure of 146 days (13). With post-partum mating 2 parturitions per year are therefore possible.

Mating just after parturition is common (11). The existence of post-partum oestrus has been confirmed by a worker who collected 12 wild pacas simultaneously lactating and pregnant (2). Oestrus occurs again at the end of the lactation period when copulation can take place. Lactating females normally refuse approaches by males (16). Unfortunately for potential paca breeders, the oestrus cycle doesn't induce any apparent modification of the external genitalia and heat is therefore difficult for breeders to detect (11). The only useful means of identifying oestrus is by the changed behaviour of the male which is strongly attracted by the female (6). After a successful copulation a large copulatory plug (3 to 13 cm.) is formed and then expelled after 3 or 4 days. It is unusual to see this plug because it is normally eaten by the female. As a result, the only way to detect whether the animal has been mated and is potentially pregnant is to examine the vagina every day to see if the copulatory plug is in place.

Leaving the male together with the pregnant female to reduce the interbirth period can be risky. Aggressive behaviour of males resulting in the newborn being killed soon after parturition has been reported (11). The actual cause of the aggression was unknown and its occurrence was unpredictable.

The lactation period lasts roughly 3 months but offspring commonly start eating solid food after only 3 weeks of life (11). In the wild they are probably weaned at around 6 weeks (2). The newborn are precocious, with an adult appearance, opened eyes, fully furred and with erupted incisors. They are active and able to walk well within a few minutes of birth (15). Pacas usually give birth to one offspring only, although twins have been recorded (2, 11, 22).

The reproductive parameters of pacas, according to the authors cited, are summarised in Table 1.

Table 1: Reproductive parameters of the paca

Puberty	Female: 9 months Male: 12months
Mating season	Throughout the year
Gestation period	136 - 173 days Mean=155 days
Birth peak	March-May and September
Parturitions/year	1 - 2
No. offspring	1 rarely 2
Lactation period	1.5 - 3 months

Adapted from: 2, 11,13, 22.

Nutrition

The paca is mainly a frugivor. Its diet consists of a great variety of fruits according to seasonal and local availability. In a study in Mexico the preferred fruits in the paca diet were closely related to seasonal abundance rather than the taste of specific fruits (7). The same feeding behaviour has been observed in Colombia where fruits were present in the diet in proportion to their seasonal availability (2). Stomach content examination, direct observation of feeding and the presence of distinctive grooves attributable to the rodent incisors have been used to identify numerous plant species eaten by pacas (2). When fruits are scarce, such as in the dry season, pacas eat leaves and roots (14, 16).

In captive conditions pacas may eat a lot of different kinds of food including rice, beans, potatoes, kitchen scraps, raw meat, insects and concentrated food (13, 14, 22). It is not completely clear what are the nutrient requirements of pacas in captivity or which deficiencies are most likely to develop under such management. In captivity they sometimes eat soil and pieces of cement scraped off the floor. It has not been clarified whether this indicates a mineral deficiency, the need to smooth incisors (6), or a behavioural response to the stress or boredom of captivity. It is recommended that leaves should always be included in the diet of captive pacas to avoid the risk of diarrhoea and to promote coprophagy, an important feeding behaviour of rodents (22). It has not been clarified whether pacas practice coprophagy or caecotrophy or both. The plants normally eaten by pacas have been reported by several workers (2, 6, 7, 12, 13, 14, 22).

The agouti

Agoutis (Plate 2) are very similar to pacas in terms of distribution, behaviour and nutrition. In this section only the features specific to agoutis are reviewed. According to shape and size, the agouti looks like a big rabbit with short ears. Its length ranges from 40 to 60 cm and when mature it weighs up to 5 kg (13).

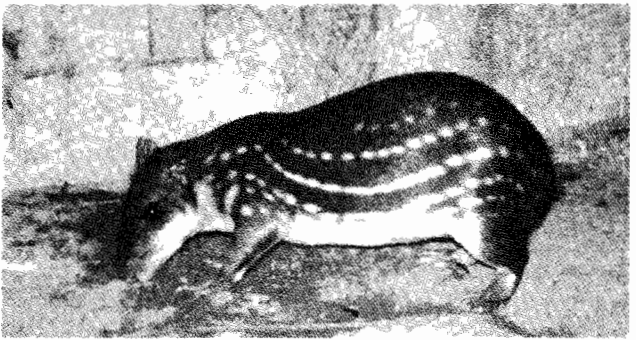


Plate 2
Agouti (spanish, Picture) (*Dasyprocta leporina*), Piaroa village, Amazonas, Venezuela, (Photo G. Govoni) [408]

Distribution and habitat

The agouti's distribution overlaps with that of the paca's. It is also present on many Caribbean islands where in the past it was imported to provide meat for slaves (13). The forest is the preferred habitat for the agouti, although it can also be found in different environments

including swampy areas and cultivated fields (5). The agouti is considered very adaptable and this characteristic has an important role in its survival in disturbed areas. It ranges from sea level to 2500 m of elevation (13).

Status

Agoutis are still common in their distribution range (5). However, because of environmental modifications due to forest clearing and human settlements, many areas once suitable for agoutis are not available anymore (13). As a result there is a gradual reduction in the wild populations in many countries. In some of them, such as Brazil, the agouti is a protected species, although its hunting is still illegally practised (13). Among the different species of the genus *Dasyprocta*, *D. punctata* is the only one included in CITES - Appendix III (5).

Behaviour

The agouti is a diurnal animal, particularly active in the early morning and late afternoon (5). In areas where agoutis are highly hunted they may increase their nighttime activity (4).

Agoutis often live in pairs and young may be tolerated within the parents' home range (4). However, living in pairs may only be the result of high population density when the ranges of females and males overlap (17). Males defend their territory by fighting, often inflicting severe wounds on each other (19). The delimitation of the home range is based on scent-marking utilising anal glands. Habitual trails, feeding and sleeping spots, are also marked by dragging the perineum across the place to be marked (19). Although pacas possess anal glands, they do not use olfactory communications as much as agoutis and never mark their range in the same way as agoutis (19). Anal gland secretions are strong smelling and this is considered a problem in agouti farming especially where animals are kept near houses. Furthermore the meat can be contaminated with the smell if the animals are not carefully handled (13). The strong odour and the habit of agoutis to run in circles when hunted by predators are thought to be two factors that have contributed to elimination of local populations (19). As with pacas a characteristic sound is produced by agoutis when they perceive a danger. In these cases a bark-like warning call alerts family members of the potential danger and the long rump hair is erected (4). A peculiar behaviour has been observed when the agouti is threatened; in front of a predator, such as a snake, it drums its hind feet loudly - with the aim presumably of frightening off the enemy (4, 17).

Reproduction

Like pacas, agoutis reach puberty around 9 months of age (13, 23), although pregnancy has never been observed in females less than 1 year old. However, sexual activity may start at around 6 months of age (9). Although the reproductive cycle of the agouti occurs throughout the year, specific birth peaks have been observed. Analogously to the paca birth clusters have been recorded during the season of fruit abundance (9, 24).

The oestrus cycle is 34 days (13, 23) and its detection

by humans is possible through examination of the vagina, which appears swollen and with the presence of mucus (24). During courtship the male sprays the female with urine before mating (17), as has been recorded for pacas. The gestation period is 100-120 days and twins births are usual (4, 13, 23). However, single births and triplets are also encountered (9, 17). Parturition normally occurs twice each year (13).

The offspring, just after birth, are hidden in a nest site, usually a hole in a tree or a small burrow inaccessible to potential predators and to the parents as well. The mother calls the offspring which come up from the nest to be fed twice a day (17). The offspring at birth are fully developed, furred and with opened eyes (4, 13). In a few days they can eat solid food although lactation normally lasts for about 2 months (23).

The main reproductive parameters of the agouti according to the literature cited are reported in Table 2.

Table 2
Reproductive parameters of the agouti

Puberty	Female: 6-9 months Male 9 -12 months
Mating season	Throughout the year
Gestation period	100-120 days
Birth peak	March-May and December
Parturitions/year	2
No. offspring	1-3 usually 2
Lactation period	2 months

Adapted from: 9, 17, 23, 24.

Nutrition

The agouti, like the paca, is mainly a frugivore. Its diet includes a considerable variety of seeds, fruits, stalks, leaves and roots. Occasionally it also eats insects and fungi (13). Investigations with an agouti wild population on Barro Colorado Island in Panama have shown that at least 36 different species of wild fruits are eaten by the rodent. Among these *Dipteryx*, *Astrocaryum* and *Scheelea* seeds were the most common (19). Agoutis often feed on cultivated fields and damage crops and they are therefore considered as a pest in some countries. In captivity the agouti will eat a wide range of foods which favours its managed production (24).

A peculiarity of agoutis' feeding behaviour includes its ability to manipulate hard seeds with its forepaws, whilst sitting on its haunches. In this way it can gnaw through the coats of the hardest seeds, consuming fruits that are too hard for the paca (20). The agouti buries seeds in periods of abundance for future retrieval in scarcity periods. As a result, since it must bury a surplus because of uncertain retrieval, it plays an important role as a seed disperser and promoter of reforestation (4, 5, 19).

Conclusions

The wide range of foods that are eaten, and can be eaten, by pacas and agoutis favour their domestication and intensive farming as does the wide acceptability of their meat. Their gestation periods are acceptably short but their prolificacy is relatively low. Behavioural issues remain a serious constraint for large-scale production and further research on reproduction and behavioural issues is required.

Literature

1. Aguirre G. & Fey E., 1981. Estudio preliminar del tepezcuintle (*Agouti paca nelsoni*) en la selva Lacandona, Chiapas. *Estudios Ecologicos en el Tropico Mexicano*. Reyes Castillo, P. Ed. Instituto de Ecología, Mexico, pp. 45-54.
2. Collett S. F., 1981. Population characteristics of *Agouti paca* (Rodentia) in Colombia. *Publ. Museum Michigan State University. Biological Series 5* (7), pp. 485-602.
3. Dickinson J. & Jorgenson A., 1991. Demasiado de algo bueno: alternativas para la producción animal sostenible. *Ganadería y recursos naturales in America Central*, pp. 129-140.
4. Eisenberg J. F., 1989. *Mammals of the Neotropics*. Vol. 1, The University of Chicago Press.
5. Emmons L. H., 1990. *Neotropical Rainforest Mammals. A Field Guide*. The University of Chicago Press.
6. FAO., 1995. La domesticación y cría de la paca (*Agouti paca*). *Guía FAO Conservación 26*, Rome.
7. Gallina S., 1981. Contribución al conocimiento de los hábitos alimenticios del Tepezcuintle (*Agouti paca* Lin.) en Lancaja-Chansayab, Chiapas. *Estudios Ecologicos en el Tropico Mexicano*. Reyes Castillo, P. Ed. Instituto de Ecología, Mexico, pp. 57-67.
8. Hardouin J., 1995. Minilivestock: from gathering to controlled production. *Biodiversity and Conservation*, Vol. 4, No. 3, pp. 220-232.
9. Henry O., 1994. Saison de reproduction chez trois rongeurs et un artiodactyle en Guyane française, en fonction des facteurs du milieu et de l'alimentation. *Mammalia*, t. 58, No. 2, pp. 183-200.
10. Matamoros Y., 1981. Anatomía y histología del sistema reproductor del tepezcuintle (*Cuniculus paca*). *Revista de Biología Tropical*. Vol. 29, pp. 155-164.
11. Matamoros Y., 1982. Investigaciones preliminares sobre la reproducción, comportamiento, alimentación y manejo del Tepezcuintle (*Cuniculus paca brisson*) en cautiverio. *Actas VIII Congreso Latinoamericano de Zoología*, Merida, Venezuela, pp. 961-993.
12. Medin D. R., 1970. Stomach content analysis: collection from wild herbivores and birds. *Range and Wildlife Habitat evaluation: a research symposium*. US Dept. Agr. Forest Service, Misc. Publ., 1147: 133-145 as cited by Gallina (1981).
13. National Research Council, 1991. Microlivestock: little-known small animals with a promising economic future. *National Research Council* Washington, D.C., National Academy Press 1991, pp. 193-205 and pp. 263-269.
14. Perez E. M., 1983. La lapa: recurso natural aprovechable. *Trabajo de Ascenso, Universidad Simon Rodriguez*, Venezuela, 64 pp.
15. Perez E. M., 1992. *Agouti paca*. *The American Society of Mammalogist. Mammalia Species*, No. 404, pp. 1-7.
16. Smythe N., 1970. Ecology and behaviour of the agouti (*Dasyprocta punctata*) and related species on Barro Colorado Island, Panama. Unpublished PhD diss. University of Maryland, 201 pp.
17. Smythe N., 1978. The natural history of the Central American agouti (*Dasyprocta punctata*). *Smithsonian Contr. Zool.*, 257, pp. 1-52.
18. Smythe N., 1981. Rendimiento sostenido de proteína proveniente de los bosques neotropicales: una alternativa a la deforestación. *Revista Medica de Panama*, 6, pp. 56-64.
19. Smythe N., 1983. *Dasyprocta punctata* and *Agouti paca* (Guatusa, Cherenga, agouti, Tepezcuintle, paca). *Costa Rican Natural History*. Chicago, University of Chicago Press, pp. 463-465.
20. Smythe N., 1986. Competition and Resource Partitioning in the Guild of Neotropical Terrestrial Frugivorous Mammals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, pp. 169-188.
21. Smythe N., 1987. The importance of Mammals in Neotropical Forest Management. *Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technology*. Rio Piedras, P.R., USAID/USFS, pp. 79-99.
22. Smythe N., 1991. Steps towards Domesticating the paca (*Agouti* = *Cuniculus paca*) and Prospects for the Future. *Neotropical Wildlife Use and Conservation*. Robinson, J. G. and Redford Explotación del Agouti en Cautiverio. *Revista Esso Agrícola*, pp. 1479-1496.
23. Vergara S. G., 1975. Actividad reproductora del agouti-*Dasyprocta punctata*. *Revista Investigaciones Universidad Industrial de Santander*, Colombia, 6, pp. 86-110.
24. Vergara S. G., 1980. Cría Masiva y Explotación del Agouti en Cautiverio. *Revista Esso Agrícola*, pp. 1479-1496.

G. Govoni, Italian, Ph. D., Professor, Department of Biology, Padova University, Padova, Italy Present address: Bomalong'Ombe, Village Company, P.O. Box 890, Iringa, Tanzania..
D. Fielding, British, B. Sc. (Hons), M. Sc., Ph. D., Senior Lecturer in Tropical Animal Production, Head of Teaching at CTVM.

AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE CHANGING OF ADDRESS ADRESVERANDERING AMBIO 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.

Brewer's Grain from Cameroon Brewery in Breeder Chicken Rations: Effect on Productive and Reproductive Performance

M. J. Mafeni* & R. Fombad *

Keywords: Brewer's Dried Grains- Performance- Chicken- Cameroon

Summary

In order to evaluate the effect of brewer's dried grain (BDG) on the productive and reproductive traits in breeder chickens, 120 laying hens and 12 cocks of ISA commercial breed were subjected to dietary treatments containing 0, 10, 20, and 30% levels of BDG. Feed and water were provided ad libitum over the 5-months experimental period. Reproductive and productive traits such as egg production, egg weight, albumen height, shell weight, semen quantity, fertility and hatchability of fertile eggs were measured.

Results indicated that when BDG was fed at the 30% level in the ration, the hen-day egg production (50.6%) was significantly ($P < 0.05$) depressed compared with the 0% level (56.2%), 10% level (56.9%) and 20% level (56.7%) of inclusion. There was a significant ($P < 0.05$) increase in egg weight, hatchability of fertile eggs and feed intake per bird per day with increasing levels of BDG. No significant difference ($P > 0.05$) was noticed between treatments for ratio of shell weight to egg weight, albumen height, semen quantity and fertility. The results suggest that although the 30% level of BDG can be tolerated, the 20% level of BDG inclusion is more appropriate for breeder birds.

Résumé

Drèche desséchée des brasseries du Cameroun dans l'alimentation des poules de reproduction: Effet sur les performances de production et de reproduction.

Les effets de la drèche desséchée des brasseries (DDB) sont examinés sur la production et la reproduction des souches ISA rousses. Cent vingt poules et douze coqs sont soumis à des rations expérimentales contenant 0 ; 10 ; 20 et 30% de DDB. Les oiseaux sont nourris et abreuvés à volonté pendant les 5 mois que dure l'essai. Les paramètres enregistrés sont: Ingéré alimentaire, production et poids des œufs, hauteur de l'albumine, poids de la coquille vide, production du sperme, fertilité et éclosabilité des œufs. Les résultats ont montré qu'au taux alimentaire de 30% de DDB, la ponte est significativement ($P < 0,05$) affectée par rapport à celles obtenues avec 0% (56,2%), 10% (56,9%), et 20% (56,7%) de DDB dans la ration. Le poids des œufs, l'éclosabilité des œufs fécondés et l'ingéré alimentaire augmentent ($P < 0,05$) avec des taux alimentaires croissants de DDB. Il n'y a pas eu d'effets significatifs ($P > 0,05$) sur le ratio poids-coquille des œufs, hauteur de l'albumine, quantité du sperme produit et fertilité. Ces résultats permettent de recommander l'utilisation de DDB au taux optimal de 20% dans la ration de poule de reproduction, bien que le taux alimentaire de 30% de DDB soit bien toléré.

Introduction

In most developing countries, Cameroon inclusive, one of the limitations to the expansion of the chicken industry is the high cost of protein and energy ingredients such as fish meal, decorticated cottonseed cake, maize and guinea corn. In order to reduce this high cost, efforts are being directed toward the use of non-conventional feed ingredients. Brewer's grain, a by-product of the beer industry might offer a suitable substitute. Although many breweries exist in Cameroon, knowledge about the nutritive value of brewers' grain is almost non-existent. The problem facing most of the breweries is that of disposing the wet grains. Current disposal practices include free donations of wet grains to interested persons or payment of contractors by the breweries to collect and dump the bulky daily output of

the wet grains. Currently the wet grains are used as manure, and some farmers feed it to pigs. Brewers' grains contain a wide variety of essential nutrients, which are required in feed formulation for poultry. Couch (3) and Ewing (4) analysed BDG and found that it contained over 20% crude protein, 6% ether extract, 15% crude fibre and about 4% ash. Almquist (1) reported values of 25% crude protein and rich quantities of essential amino acids i.e. lysine 0.9%, methionine 0.4%, tryptophane 0.4%, phenylalanine 1.2%, threonine 1.1% and valine 1.6%. BDG is therefore higher in protein and amino acids than corn. Its use, as animal feed does not call for competition between man and livestock, as is the case with corn and other feedstuffs. The present study has as primary objective to evaluate the effect of

* Institute of Agricultural Research for Development (IRAD). P.O. Box 125 Bamenda, Cameroon
Received on 19. 11. 99 and accepted for publication on 07. 08. 00

including sun-dried Brewers grain obtained from Cameroon brewery on reproductive performance and egg production in breeder chicken rations.

Materials and methods

Source and processing of brewer grain.

The brewer's wet grains were collected from Bafoussam, a town 90 km from Mankon Research Station. The product collected had moisture content of 80%, which increases its bulkiness. Sun drying was the most common method used and this required large space for drying. During drying, the wet grains were spread in a thin layer and frequently turned to avoid fermentation that could lower the nutritive value of the product.

Chemical composition

Before the BDG and corn were used in the formulation of the rations, a sample of each was analysed for proximate composition and amino acid profile (Tables 1a and 1b). In addition, complete rations were analysed for their proximate composition using methods outlined by AOAC (2).

Table 1a
Proximate composition of brewers dried grains and corn (% dry-matter basis)

Ingredient	Brewers dried grains	Yellow corn
Crude protein	27.7	9.1
Crude fibre	15.7	2.9
Ether extract	7.2	4.3
Ash	3.8	1.2

Allocation of dietary treatment to birds

A total of 120 laying hens and 12 cocks of ISA commercial breed were used in the trial. The layers which had been in lay for 120 days were randomly divided into four equal treatment groups of 30 birds each and these were further divided into five replicate groups of 6 birds each. The cocks were divided into four dietary groups of 3 cocks each. The hens and cocks were placed in cages in pairs and singly, respectively. A complete randomized design was used in which the four dietary treatments (Table 2) containing 0, 10, 20 and 30% levels of BDG were adjusted to maintain iso- protein, energy, calcium and phosphorus levels as BDG content was increased.

Palm oil was used to balance the energy levels. A period of one week was allowed for the birds to adjust to the cage environment. During this period they were fed a normal layer diet without BDG. Thereafter, birds were fed the experimental diet for a week before data collection started. Feed and water were provided *ad libitum*.

Table 2
Composition of experimental rations

Ingredient (kg)	% Level of BDG			
	0	10	20	30
Corn (yellow)	63.5	57.5	49.5	42.3
Brewers dried grain	0	10	20	30
Cottonseed cake	17.5	13.0	9.0	4.7
Fish meal	5.6	5.6	5.6	5.6
Palm oil	2.1	3.1	5.1	6.7
Bone meal	3.0	3.0	3.0	3.0
Calcium carbonate	7.1	6.6	6.6	6.5
L-Lysine	0.2	0.2	0.2	0.2
Layer concentrate ¹	0.5	0.5	0.5	0.5
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5
Total (kg)	100	100	100	100
Analysis (dry-matter) basis				
Crude protein (%)	17.8	17.7	17.7	17.8
Crude fibre (%)	3.5	4.4	5.3	6.2
ME (kcal \ kg), calculated	2949.9	2931.3	2931.3	2929.5
Calcium (%)	4.4	4.5	4.5	4.4
Phosphorus, total (%)	0.78	0.77	0.77	0.75

¹ SADE (Cameroon) layer concentrate supplied per kg the following: Vitamin A 9000 IU; vitamin D3 1800 IU; vitamin E 14.4 mg; vitamin K 1.4 mg; vitamin B1 1.0 mg; vitamin B2 4.1 mg; vitamin PP 18 mg; calcium pantothenate 9 mg; vitamin B6 1.8 mg; vitamin B12 0.02 mg; folic acid 0.7 mg; biotin 0.06 mg; choline chloride 300 mg; BHT antioxidant 120 mg.

Semen collection and artificial insemination

Semen was collected from the cocks by the massage technique (9). Semen from the same dietary group was pooled and inseminated to the corresponding hens offered the same diet. Approximately 0.1 ml of whole semen (estimated to contain 8×10^8 spermatozoa) (10), was inseminated into each hen using the insemination gun designed for poultry. The artificial insemination was done usually in the evening, at about 4.00 p.m. when it was assumed that the hens had laid and it was repeated at intervals of 3 days.

Incubation of eggs

The eggs from each dietary group were marked after collection for identification and stored in a cool room

Table 1b
Amino-acid composition of brewers dried grain and corn used in the rations

Ingredient	Amino-acid composition (%)										
	Arginine	Cystine	Histidine	Isoleucine	Leucine	Lysine	Methionine	Phenylalanine	Threonine	Tryptophan	Valine
Corn (Yellow)	0.45	0.09	0.18	0.45	0.99	0.18	0.09	0.45	0.36	0.09	0.36
Brewers dried grain	1.30	-	0.50	1.50	2.3	0.90	0.40	1.30	0.90	0.40	1.60

(18°C) for ten days before incubation. On the seventh day of incubation the fertile eggs were detected by candling the eggs using a locally made Candler. The hatchability was calculated from the number of fertile eggs.

Collection and analyses of data

Eggs were collected daily and records of daily egg production and egg weight for all replicate groups were kept for five months. Average hen-day production was calculated. Two eggs from each replicate group were taken daily at random, weighed, broken and albumen height measured as an indicator for egg quality (using a Haugh Unit gauge). The eggshells from broken eggs were washed and dried in an oven at 60°C overnight and weighed. The eggshell weight was expressed as a percentage of the egg weight. The semen quantity from each cock was measured using calibrated vaccine tubes. Data collected were subjected to analysis of variance using the General Linear Model (GLM) of the SAS programme package (version 6.08).

Results and discussion

Results for the laying performance (Table 3) show that feeding up to 20% of BDG did not significantly affect the hen-day production. However, the laying performance was significantly ($P < 0.05$) depressed when the ration containing 30% BDG was fed. The average hen-day production percentages for the 0, 10, 20, and 30% levels of BDG inclusion were 56.2, 56.8, 56.6 and 50.5, respectively. These results do not agree with the findings of Onwudike (8) who reported that the laying performance was not significantly affected when BDG was fed up to 40%. Although the amino acid levels of diets were increasing as the BDG levels in the rations increased, the fall in the egg production at 30% levels of BDG in the ration may be caused by high crude fibre level of the ration at this level.

Egg weight progressively increased with increasing levels of the BDG in the rations. Birds fed the ration containing 10% level of BDG laid significantly ($P < 0.05$) larger eggs (62.3 g) than those on the control ration (60.7 g). The 30% level of BDG also significantly

($P < 0.05$) increased the egg weight (63.9 g) as compared with (62.3 g) in the ration containing 10% level of BDG. There was, however, no significant difference in egg weight for birds fed the 20 and 30% levels of BDG. The improved egg size may be due to the increase of amino acid pattern (Table 4) caused by increased BDG levels in the rations that may increase the egg protein synthesis and hence larger egg sizes.

Table 3
Calculated amino acid composition of experimental diets

Amino acid	Level of BDG (%) in the rations			
	0	10	20	30
Arginine	1.25	1.12	1.09	1.04
Cystine	0.26	0.48	0.49	0.48
Histidine	0.45	0.40	0.38	0.37
Isoleucine	0.79	0.85	0.90	0.94
Leucine	1.75	1.90	2.03	2.14
Lysine	0.96	0.95	0.96	0.96
Methionine	0.27	0.28	0.33	0.38
Phenylalanine	0.87	0.85	0.82	0.80
Threonine	0.65	0.65	0.65	0.66
Tryptophan	0.21	0.21	0.22	0.23
Tyrosine	0.09	0.21	0.33	0.45
Valine	0.79	0.84	0.88	0.93

This could be in part as result of higher linoleic acid level, which corresponds to higher BDG levels. Bragg cited North (7) stated that increasing the linoleic acid in chicken diets could raise the deposition of polyunsaturated fatty acids in the egg yolk from basic level of about 5% to approximately 28%. The average feed intake per bird per day significantly ($P < 0.05$) increased with increasing levels of BDG. The average feed intake for the 0, 10, 20 and 30% levels of BDG were 100, 111, 122, and 130 g, respectively. This same trend was noticed by Lopez *et al.* (6) and Onwudike (8). The cause of this trend in feed intake is unknown and could not be related to the energy levels of the rations since the rations were about ISO—caloric. There were no significant ($P > 0.05$) differences noticed for the ratio of weight to egg weight, albumen height and semen quan-

Table 4
Effect of feeding brewers dried grain on breeder chicken performance

Traits	Level of BDG (%)				Level of significance
	0	10	20	30	
Average hen-day production (%)	56.2a	56.9a	56.7a	50.6b	*
Average egg weight (g)	60.8c	62.3b	62.5ab	63.9a	*
Average feed intake/ bird/ day (g)	100.7d	111.7c	122.9b	130.5a	*
Ratio of shell weight: egg weight (%)	9.6	9.9	9.9	9.4	ns
Albumen height (haught unit)	101.7	101.2	102.4	104.9	ns
Semen quantity / cock (ml)	1.4	1.0	1.1	1.1	ns
Fertility (%)	58.5	59.3	58.8	58.9	ns
Hatch of fertile eggs (%)	67.2c	75.8b	80.9a	81.3a	

Means with different superscript along row are significantly different at ($P < 0.05$)

*: Statistical significant at ($P < 0.05$)

ns: Not significant at ($P > 0.05$)

Table 5 – Economic analysis

Traits	Level of BDG (%)				Level of significance
	0	10	20	30	
Cost/100 kg of ration (CFA) ¹	20,698	20,013	19,529	18,982	*
Cost of feed/Kg egg (CFA)	599	559	546	544	
Kg feed/ dozen eggs ²	2.01b	2.19b	3.04a	3.43a	

Means with different superscript along row are significantly different at ($P < 0.05$)

*: Statistical significant at ($P < 0.05$)

¹ 600 CFA is equivalent to 1 US dollar

² Only the kg feed/dozen egg was analysed statistically

tity for birds fed rations having different level of BDG. Although the fertility percentage increased with increasing levels of BDG in the rations (Table 4), this increase was not significantly ($P > 0.05$) different between dietary treatments. The hatchability for fertile eggs from birds fed BDG was significantly ($P < 0.05$) greater than those of the control group (Table 4). However, the hatchability for the 20 and 30 % levels of BDG in the rations was significantly ($P < 0.05$) greater than those of 10% level of BDG (80.9, 81.3 versus 75.8%), respectively. The cause of this increase is unknown but Kienholtz and Jone (5) attributed improved fertility and hatchability to an unidentified factor in BDG. The economic analysis for the cost of producing the different rations and their egg production cost is shown in Table 5.

There was a significant ($P < 0.05$) effect of feed required for dozen eggs produced. The inclusion of BDG above 20% in the ration significantly ($P < 0.05$) increased the amount of feed required to produce a dozen eggs. It was also noticed that the cost of feed required to produce a kilogram of eggs (egg output) was progressively reduced for 0, 10, 20, 30% levels of BDG in the rations, since egg weight increased with BDG level of inclusion. This reduction in cost with increase in the

level of BDG was a result of the fact that BDG cost was less than corn, 50 vs. 180 CFA a kg, respectively. This was the dry season cost which includes the cost of processing and transportation. During this season in Cameroon, mature maize cobs are left in the fields to be sun-dried before harvest.

Conclusions

The results show that 30% level of BDG inclusion can be tolerated in breeder diets but the 20% level of BDG in the rations seem to be the most appropriate level for breeder birds. For now drying of the wet grains is done in the dry season since this ingredient has high fermentation properties. It is hoped that in the near future drying ovens would be designed or adapted the existing corn dryers to handle brewers' grain. The existing corn dryers use wood as fuel source and the construction is approximately 200,000 CFA for a 20 tonnes (un-thresh maize) capacity oven. It's therefore necessary to conduct another study to compare the cost of oven-dried brewers' grain to compare it with that of maize, which cost about 210 CFA in the rainy season due to the drying process.

Literature

1. Almquist H.J., 1972. Protein and amino acids in animal nutrition. S.B. Penick and Co., New York.
2. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1975. Official methods of analysis. 12th ed. AOAC. Washington, D.C.
3. Couch J.R., 1978. Brewers dried grains in poultry feed. Poultry International, July 42.
4. Ewing W.R., 1965. Poultry nutrition. 5th ed. Pasadena, ray ewing co., Pasadena, California. Pp.396-418
5. Kienholtz E.W. & Jone M.L., 1967. The effect of brewers dried grains in some poultry rations. Poultry Sci. 46: 1280.
6. Lopez D.S., Carmona F.S. & Pascual M.J.L., 1981. Evaluation of Brewers dried grains in diets of laying hens. Feed Science Technol. 6 (2) 169-178.
7. North M.O., 1972. Commercial chicken production manual. The Avi publishing Co.Inc., West Port. Connecticut. pp .454
8. Onwudike O.C., 1981. The use of brewers dried grains by layer hens. Nutr. Rep. Int. 24 (5): 1009.
9. Quin J.P. & Barrows W.H., 1937. Collection of spermatozoa from domestic fowl and turkey. Poultry Sci. 16: 19-24
10. Yousif Y.F., Ansaband G.A. & Buckland R.B., 1984. Effect of selection for fertility of fresh and stored semen. Poultry Sci. 63: 1475-1480

M.J. Mafeni: Cameroonian, Ph.D. Tropical Animal Production (Breeding), Research Officer, IRAD, Mankon, Cameroon.

R. Fombad: Cameroonian, Ph.D. Animal Nutrition, Research Officer, IRAD, Mankon, Cameroon.

Viabilité des bovins de race Borgou à la Ferme Elevage de l'Okpara au Bénin

A.K.I. Youssao^{1,2}, A. Ahissou³, N.D. Idrissou³, C. Michaux², Z. Touré³ & P. L. Leroy^{1,2}

Keywords : Viability- Mortality- Calves- Cattle- Borgou

Résumé

L'étude de la viabilité des bovins de race Borgou a été réalisée de 1994 à 1997 à la Ferme Elevage de l'Okpara à partir d'un effectif annuel moyen de 2578 ± 244 bovins. Le taux de mortalité global est de $1,24 \pm 0,46$ %, ceux des adultes et des veaux sont respectivement de $0,56 \pm 0,04$ % et $2,51 \pm 0,24$ %. Les taux les plus élevés ont été enregistrés en février-mars, août-septembre et décembre. La mortalité varie d'une année à l'autre, les veaux étant les plus touchés. Les principales causes de mortalité sont: la trypanosomose, la fièvre aphteuse, la pasteurellose et les diarrhées d'origines diverses.

Summary

Viability of Borgou Breed Cattle at Okpara Breeding Farm in Benin

The study of viability of Borgou breed cattle has been realized from 1994 to 1997 at Okpara breeding farm in Benin on an average of 2578 ± 244 cattle. The overall mortality rate was 1.24 ± 0.46 %, those of adults and calves were respectively 0.56 ± 0.04 % and 2.51 ± 0.24 %. The highest mortality rates were recorded in February-March, August-September, and December. Mortality varies from one year to another, the calves were being more affected. The principal causes of mortality were: trypanomiasis, foot and mouth disease, pasteurellosis, diarrhea of various origins.

Introduction

La mortalité est l'un des principaux facteurs qui limite la productivité numérique et la rentabilité économique des élevages en milieu tropical. Ses causes sont nombreuses et varient non seulement en fonction de la saison, de l'âge, du sexe, du poids à la naissance, du poids et de l'âge au sevrage, mais aussi, de la virulence de l'agent causal : bactéries, virus, parasites, etc (1, 3, 5, 10). A la Ferme Elevage de l'Okpara au Bénin, le taux de mortalité des bovins de race Borgou était supérieur à 10% de 1987 à 1991 (7). Grâce à la Phase II du Projet pour le Développement de la Production Animale (P.D.P.A.), l'amélioration de la gestion de l'élevage (reproduction, nutrition, santé et génétique), a été entreprise avec pour objectif une augmentation du taux de viabilité à travers celui des mortalités. Les différents taux de mortalités et leur distribution en fonction de la saison, de l'âge et du sexe ont été d'abord étudiés, ensuite, les principales causes de ces mortalités ont été identifiées et analysées.

Matériel et méthode

L'étude de la morbidité et de la mortalité des bovins de race Borgou a été réalisée de 1994 à 1997 à la Ferme Elevage de l'Okpara à partir d'un effectif de 2 561;

2 347; 2 918 et 2 485 bovins respectivement pour les années 1994; 1995; 1996 et 1997.

Milieu d'études

La Ferme Elevage de l'Okpara couvre 33.000 hectares dont à peine 5.000 hectares sont exploités. Elle est implantée au Bénin dans le Département du Borgou, Sous-Préfecture de Kika et située à 15 km à l'Est de la ville de Parakou. Elle est comprise entre 2°39' et 2°53' de longitude Est et 9°6' à 9°21' de latitude. Le climat est de type soudanien avec une alternance d'une saison pluvieuse (mai à octobre) et une saison sèche (novembre à avril) marquée par l'harmattan (décembre à février). La pluviométrie est de 1200 mm environ. La température annuelle moyenne varie entre 26 et 27°C. Les températures les plus élevées sont enregistrées en mars et en avril, les plus basses en décembre et en janvier. Le relief est constitué d'une pénéplaine cristalline comportant des collines à roches dures. De grandes dépressions s'observent, permettant ainsi la mobilisation des eaux de pluie vers le fleuve Okpara et son affluent la Dama, principale source d'approvisionnement en eau de boisson pour le bétail. Le sol de texture

1. Université de Liège / FMV Institut Vétérinaire Tropical/ 20 Bd de Colonster, B43 4000 Liège, Belgique

2. Université de Liège/ Faculté de Médecine Vétérinaire/Département de génétique/ 20 Bd de Colonster, B43 4000 Liège, Belgique

3. Direction de L'élevage / Projet pour le Développement de l'Elevage / Ferme Elevage de l'Okpara BP 33 Parakou, Bénin

Adresse du correspondant: A. K. I. Youssao, Université de Liège/ Faculté de Médecine Vétérinaire / Département de génétique 20 Bd de Colonster, B43 4000 Liège Belgique. Tél : 00 32 (0)4 366 41 50 Fax : 00 32 (0)4 366 41 22. E-Mail : iyoussao@student.ulg.ac.be

Reçu le 04.04.00. et accepté pour publication le 11.09.00.

sableuse, sablo-argileuse ou limoneuse par endroit supporte une végétation de savane. Celle-ci est affectée chaque année par les feux de brousse.

Mode d'élevage

Le mode d'élevage est de type semi-amélioré et les troupeaux sont constitués selon le sexe et l'âge des animaux. Ces animaux passent la journée au pâturage et la nuit dans un parc muni d'abreuvoirs et de mangeoires.

L'alimentation est basée sur l'exploitation du pâturage naturel et des prairies artificielles. La composition de ce pâturage varie en fonction de la pluviosité. Pendant la saison pluvieuse, de mai à octobre, les parcours naturels repoussent et le pâturage est abondant. Les graminées dominent dans la strate herbacée dont les espèces sont consommées à des stades de développement et à des degrés divers. Les genres de graminées les plus consommées sont : *Andropogon*, *Hyparrhenia*, *Pennisetum*, *Setaria*, etc. La composition chimique et la valeur énergétique de ces graminées varient en fonction des saisons et des espèces. Les graminées sont préférées pendant cette période et constituent par conséquent la majeure partie de la phytomasse ingérée. La fin de la période de croissance (novembre-décembre)

coïncide souvent avec l'avènement des feux de brousse annuels. Les parcours naturels restent nus pendant les quatre premiers mois de l'année et le pâturage en cette période est essentiellement à base de fourrage ligneux. Seuls les bas-fonds et les abords des cours d'eaux de l'Okpara et de ses affluents offrent des graminées vertes très peu abondantes. Les animaux bénéficient également des résidus de récoltes issus des champs de cultures. Une complémentation en ensilage, foin, graines de coton, sel de cuisine et pierre à lécher est assurée en fonction des disponibilités pendant la période de transition entre la saison sèche et la saison des pluies (janvier à avril).

Le programme de sauvetage des veaux (0 à 12 mois) à la Ferme de l'Okpara est donné au tableau 1. A partir du 12^{ème} mois, la trypano-prévention et le déparasitage interne dépendent des résultats des examens coprologiques et sanguins du Laboratoire de Diagnostic Vétérinaire (LADIVET) de la Direction de l'Elevage, et le plus souvent, ces interventions se font au début (juin) et à la fin (octobre) de la saison des pluies. Le déparasitage externe avec la deltaméthrine ou l'alphacyperméthrine se fait une fois par mois pendant la saison sèche et deux fois par mois pendant la saison pluvieuse. Le programme national de prophylaxie contre les grandes épizooties (Pasteurellose, Peste bovine,

Tableau 1
Suivi sanitaire des veaux à la Ferme Elevage de l'Okpara de 1994 à 1997

Interventions	Age	Spécialités	Principes actifs	Doses / kg P.V.
Vermifugation	2 semaines, 1 et 3 mois	Bolmisolet* 1	Levamisole	1 bolus / 50 kg
		Vermitan* 125 mg, Vermitan* 600 mg, Valbazen* ovins	Albendazole	5 mg / kg
		Helminthintyl*	Chlorhydrate de levamisole et Bithionol sulfoxyde	5 ml / 10 kg
	9 et 12 mois	Bolmisolet* 3	Levamisole	1 bolus / 150 kg
		Vermitan* 600 mg, Vermitan* 2500 mg, Valbazen* bovins	Albendazole	7,5 mg / kg
		Helminthintyl*	Chlorhydrate de levamisole et Bithionol sulfoxyde	5 ml / 10 kg
Trypano-prévention	1, 3, 6 et 9 mois	Trypanidium*	Chlorure d'isométymidium	0,5 – 1 mg / kg
	12 mois	Trypanidium*	Chlorure d'isométymidium	0,5 – 1 mg / kg
		Berenil*, Veriben*, ou Trypanovet*	Diminazène	3,5 – 8 mg / kg
Vitamines	2 semaines (systématique), 1 et 3 mois (limité aux veaux les plus faibles)	Stress – Vitam *	Acides aminés + vitamines	10 ml / animal
		Fercobsang*	Citrate de fer + vitamines	10 ml / animal
		Olivitasol*	Vitamines + acide aminés + oligo-éléments	3 – 5 g / animal
		Vétodécalcium*	Vitamine D3–Ca-Mg	20 ml / animal
Oligo-éléments	2 semaines, 1, 3, 6 et 9 mois	Pierre à lécher	Complexe de minéraux	<i>Ad-libitum</i>
Vaccination contre la Pasteurellose	3 mois, 6 à 12 mois	Pasteurellox, Pastobovac ou Pastobov		1 cc / animal 2 cc / animal 2 cc / animal
Vaccination contre la PPCB	6 à 12 mois	T1/44		1 cc / animal
Vaccination contre la Peste bovine (1)	6 à 12 mois	Tissupest		1 cc / animal

(1) : La vaccination contre la peste bovine a été suspendue en 1998

Remarque : la substitution d'une spécialité par une autre est liée à leur disponibilité et à leur prix sur le marché.

Péripleurmonie contagieuse bovine) est régulièrement suivi. Les spécialités pharmaceutiques des veaux de 12 mois (Tableau 1) sont utilisées aussi pour la prévention ou le traitement des pathologies des animaux de plus d'un an. Enfin, les traitements spécifiques contre les maladies occasionnelles se font suivant les cas cliniques dépistés.

Un programme de groupement des naissances a été conçu en octobre 1994 et mis en application, mettant fin à la monte libre. Les mâles sont ainsi séparés des troupeaux de vaches et de génisses. En 1995, deux montes ont été organisées respectivement en janvier-février et d'août à octobre. Les naissances ont été ainsi enregistrées en octobre-novembre 1995 et en juin-juillet 1996. Quant aux années 1996 et 1997, la monte a eu lieu en janvier-février et en août-septembre et les naissances en octobre-novembre et en mai-juin.

Tous les animaux ont été suivis à l'aide d'une fiche comportant des éléments d'identification de l'animal, ainsi que l'état sanitaire, l'âge, la date et la cause probable de la mortalité. Le diagnostic clinique a été la méthode d'identification de la plupart des pathologies rencontrées. Pour la trypanosomose, l'examen microscopique direct a été utilisé pour le diagnostic parasitologique. Quant aux parasitoses gastro-intestinales, l'examen coprologique par flottaison (méthode directe) a été la méthode de diagnostic utilisée. Une autopsie a été souvent réalisée dans les 24 heures qui ont suivi la mort pour déterminer, confirmer ou infirmer la cause de la mort. Le taux de mortalité des veaux (mâle et femelle) est représenté par le pourcentage de nouveau-nés morts avant l'âge de 12 mois sur l'effectif total annuel de nouveau-nés. Il a été aussi calculé par sexe. Quant à celui des adultes, c'est le nombre d'adultes morts sur l'effectif moyen des adultes de l'année. Enfin, le taux de mortalité global correspond au nombre total de morts enregistrés dans l'année sur l'effectif moyen du troupeau. La moyenne arithmétique des effectifs du début et de la fin de l'année représente l'effectif moyen.

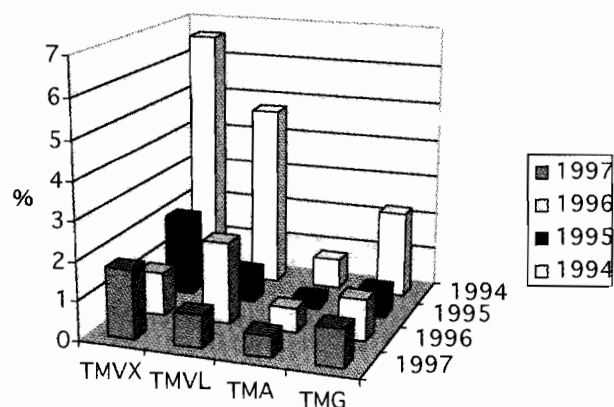


Figure 1: Distribution des taux de mortalité en fonction de l'âge, du sexe et de l'année de la race Borgou à la Ferme Elevage de l'Okpara au Bénin.

TMVX : Taux de mortalité des veaux mâles
TMVL : Taux de mortalité des veaux femelles
TMA : Taux de mortalité des adultes
TMG : Taux de mortalité générale

Résultat et discussion

Taux de mortalité

Le nombre de mortalité enregistré a été de 57; 17; 31; 24 respectivement pour les années 1994; 1995; 1996; 1997, soit au total 129 cas. Le taux de mortalité globale a été de $1,24 \pm 0,46$ % et ceux des adultes et des veaux ont été respectivement $0,56 \pm 0,04$ % et $2,51 \pm 0,24$ %. En élevage traditionnel, le taux de mortalité globale est en moyenne de $7,5 \pm 3,2$ % dont 5,7 % dans les troupeaux transhumants et 9 % dans les troupeaux sédentaires (3). Si la mortalité des veaux est limitée par le programme de regroupement des naissances, une bonne alimentation et un bon sevrage à la Ferme Elevage de l'Okpara, il n'en est pas le même en élevage traditionnel où $23,1 \pm 10,3$ % des veaux meurent avant l'âge d'un an, particulièrement pendant les premières semaines de vie (55 % des mortalités) et lors du sevrage (30 % des mortalités) selon Dehoux (4). Le taux de mortalité des adultes est de $3,1 \pm 1,2$ % en élevage traditionnel (3).

Répartition des mortalités

La répartition des mortalités en fonction des années et par classes d'âge (Figure 1) a montré que les mortalités ont été plus importantes en 1994 que pendant les autres années. Le taux de mortalité est plus élevé chez les veaux dont $2,89 \pm 0,46$ % pour les mâles et $2,12 \pm 0,91$ % pour les femelles. Le taux de mortalité des adultes a été le moins important. La distribution mensuelles des mortalités de 1996 à 1997 est donnée à la figure 2. En 1996, le pic de mortalités observé en septembre correspond à la première épidémie de la fièvre aphteuse. La période de décembre 1996 à mars 1997 correspond à la saison sèche où le pâturage se fait rare, et à la deuxième épidémie de la fièvre aphteuse.

Causes des mortalités

La fièvre aphteuse est l'une des pathologies non encore maîtrisées au Bénin à cause de la diversité et de la nature de l'immunité des souches virales. Les pertes occasionnées par cette épidémie sont très importantes sur la survie et la croissance des veaux à la Ferme de l'Okpara. En 1996, 193 cas ont été observés, soit 25,73 % des morbidités. La part de la mortalité liée à cette épidémie a été de 20 % et 20,83 % de l'ensemble des mortalités, respectivement chez les adultes et les veaux. La fièvre aphteuse a été plus importante en 1997 et le taux de morbidité a doublé par rapport à l'année précédente avec pour corollaire une augmentation du taux de mortalité des adultes (25 %) et celui des veaux (33,33 %). En élevage traditionnel, dans huit troupeaux de la Sous - Préfecture de Nikki dans le département du Borgou, en 1991, le taux de morbidité lié à la fièvre aphteuse variait de 80 à 100 %, et celui de la mortalité des adultes et des veaux âgés de 0 à 3 mois avoisinait respectivement 2 % et 80 %, les souches virales en causes étaient A, O et SAT2 (2).

La pasteurellose est une maladie fréquemment rencontrée au Bénin dans le département du Borgou. Grâce au programme de vaccination, sa prévalence a été fortement limitée. A la Ferme de l'Okpara, 38 cas de morbidités ont été enregistrés dont 2 mortalités chez les adultes soit 16,67 % des mortalités en 1997. Toutefois,

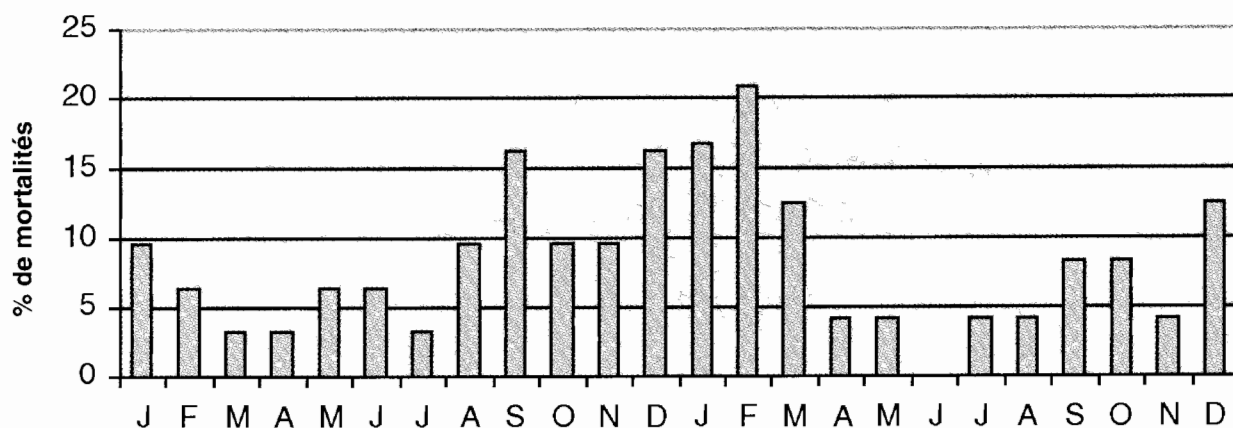


Figure 2 : Répartition mensuelle des mortalités des bovins Borgou de 1996 à 1997 à la Ferme Elevage de l'Okpara

4388 doses de Pasteurellox ont été utilisées pour la vaccination du cheptel au cours de la même année.

Les diarrhées d'origines diverses ont eu une incidence primordiale sur la mortalité des veaux pendant et peu après le sevrage. Ainsi, en 1996 et en 1997, la part des mortalités due à la diarrhée a été respectivement de 20,83 et 16,67%. Le nombre de cas de mortalités observés a été de 5 en 1996 et 2 en 1997, le taux de morbidité étant respectivement de 12,66 et 3,17%. Ces diarrhées sont souvent dues aux parasitoses gastro-intestinales. Le taux d'infestation en strongles digestifs des bovins dans les troupeaux du Nord et du Sud Borgou ont été respectivement de 32,32% et 30,16% (11). Le taux d'infestation par les trichostrongylidés est de 83,6% (8).

Maladie endémique, l'incidence de la trypanosomose a été fortement réduite grâce aux différents traitements préventifs. Cependant, en 1996, 165 cas de morbidités ont été observés dont 3 mortalités chez les adultes (30% des mortalités) et 1 chez les veaux (4,17% des mortalités). En 1997, 4 mortalités ont été enregistrées chez les adultes (33,33%) et 2 chez les veaux (16,67%). Les veaux ont été moins sensibles que les adultes pendant toute la période de suivi. Selon Lazic, cité par Murray *et al.* (9), le taux annuel de mortalité provoqué par la trypanosomose parmi les vaches est de 12,2% pour la race Borgou. *Trypanosoma vivax* et *congolense* sont les principaux agents étiologiques de cette infestation (6).

La dermatose nodulaire contagieuse bovine a été observée en 1997 avec 62 cas de morbidités soit 4,57% des morbidités dont une mortalité dans la catégorie des veaux.

Divers traumatismes sont souvent rencontrés occasionnant des pertes aussi bien chez les veaux que chez les adultes. Au total, 24 cas de traumatismes ont été enregistrés dont 2 mortalités dans la catégorie des adultes et 2 chez les veaux. Un cas de mortalité a été observé notamment chez les veaux en 1997 sur les 17 cas de traumatismes.

L'envenimation a été une des causes importantes de la mortalité des animaux avec 6 cas de 1996 à 1997. Trois

veaux sont morts d'intoxication alimentaire en 1996. L'indigestion, la stomatite et la gangrène gazeuse ont engendré chacune une mortalité. La présence des symptômes généraux et l'absence de signes cliniques pathognomoniques aboutissant à la misère physiologique a engendré 8,33% des mortalités des jeunes en 1996.

Conclusion

L'étude de la viabilité des bovins de race Borgou à la Ferme Elevage de l'Okpara a montré que les taux de mortalité sont beaucoup moins élevés que ceux obtenus en milieu traditionnel pour la même race grâce à l'amélioration de la gestion du système d'élevage. Le faible taux de mortalité observé à la Ferme Elevage de l'Okpara montre que les races rustiques peuvent mieux survivre en améliorant les techniques d'élevage. Cette étude a permis de mieux connaître la répartition des mortalités au cours de l'année. Le taux de mortalité varie d'une année à l'autre, les veaux étant les plus touchés. Les principales causes de mortalité ont été la trypanosomiase, la fièvre aphteuse, la pasteurellose et les diarrhées. L'amélioration des prophylaxies sanitaire et médicale doit se poursuivre pour augmenter davantage le taux de viabilité et prévenir les cas similaires à l'épidémie de la péripneumonie contagieuse bovine qu'a connu la Ferme Elevage de l'Okpara en 1990 et 1991 à la suite du repeuplement du cheptel (7).

Remerciements

Les auteurs remercient Farnir F., Hounsou-VÊ G., Banga M'boko H., Hornick J-L., le Commissariat Général aux Relations Internationales (CGRI) de la Communauté Française de Belgique, le personnel de la Ferme de l'Okpara du Projet pour le Développement de l'Elevage au Bénin (PDE), du département de la Génétique et de l'Institut Vétérinaire Tropical de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège (Belgique), du Collège Polytechnique Universitaire / UNB du Bénin pour leur contribution.

Références bibliographiques

1. Achard F. & Chanono M., 1997. Mortalité et performances de reproduction chez le zébu Azaouak à la station de Toukounous. Niger (1986-1992). Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., **50** (4) : 325-333.
2. Déhoux J.P., 1991. Epizootie de la fièvre aphteuse au Nord-Est du Bénin durant la saison sèche 1990/1991. Revue Elev. Méd. vét. Pays Trop., **44** (3) : 261-262.
3. Déhoux J. P. & Hounsou-vè G., 1993. Productivité de la race bovine Borgou selon les systèmes d'élevage traditionnels au Nord-Est du Bénin. Revue mondiale de zootechnie 74/75, 1/2, 36-48 pages.
4. Déhoux J.P., 1993. Productivité de la race bovine Borgou en milieu traditionnel au Nord-Est du Bénin. Mém. M.Sc. IMT, Antwerpen, Belgium, (98), 97 pages
5. Denis J. P. & Valenza J., 1972. Etude de la mortalité bovine au Centre de Recherches Zootechniques de Dara (Sénégal). Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., **25** (3) : 445-454.
6. Doko S.A., 1991. Etude sur la trypanosomiase et la trypanotolérance bovine au Bénin. Mém. de M.Sc. 14. Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen.
7. FEO, 1992. Rapport d'activité de 1987 à 1991. FEO/PDPA/DE, Bénin, 90 p.
8. Ladikpo E., 1981. Nématodoses digestives des veaux en République Populaire du Bénin. ACCT, Paris, France, 158p.
9. Murray M., Trail J. C. M., Turner D. A., & Wissocq Y., 1983. Productivité animale et trypanotolérance ; manuel de formation pour les activités de réseau. ILARD/CIEPA/CIPE, Addis-Abeba.
10. Plasse D., Fossi H. & Hoogesteijn R., 1998. Mortality in Venezuelan beef cattle. WAR/RMZ, 90, 1998/1, 28-38.
11. Youssao A. K. I., 1996. Contribution à l'étude épidémiologique de la Fasciolose bovine à *Fasciola gigantica* dans le Département du Borgou : Période d'octobre 1995 à mars 1996. Mém. D'Ingén. Des Trav. Des Productions Animales. UNB / CPU. 70 p.

A. K. I. Youssao : Béninois. Ingénieur d'Elevage, DES en sciences vétérinaires tropicales. Doctorant en sciences vétérinaires. Université de Liège, FMV Institut Vétérinaire Tropical, 20 Bd de Colonster, B43 4000 Liège Belgique. Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Département de génétique, 20 Bd de Colonster. B43 Liège Belgique.

A. Ahissou : Béninois, Docteur en Médecine Vétérinaire, responsable de la production animale à la Ferme Elevage de l'Okpara au Bénin. Direction de L'élevage. Projet pour le Développement de l'Elevage. Ferme Elevage de l'Okpara BP 33 Parakou Bénin.

C. Michaux: Belge. Docteur en sciences vétérinaires. Chercheur qualifié au département de génétique de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège.

N.D. Idissou: Béninois. Ingénieur d'Elevage. Projet pour le Développement de l'élevage au Bénin. Direction de L'élevage. Projet pour le Développement de l'Elevage, Ferme Elevage de l'Okpara BP 33 Parakou Bénin.

Z. Touré: Béninois. Docteur en médecine Vétérinaire, Directeur de la Ferme Elevage de l'Okpara au Bénin. Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire. Département de génétique, 20 Bd de Colonster. B43 Liège Belgique.

L.P. Leroy: Belge. Professeur ordinaire. Chef département de génétique et Doyen de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège.

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 oeuvrent 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.

The Influence of Seed Rate and Fertilizer Type on Growth of *Tridax procumbens* in Subhumid Nigeria

O.S. Onifade, A.T. Omokanye* & J.T. Amodu

Keywords: *Tridax procumbens* - Seed rate - Fertilizer - Stage of growth - Forage yield - Nigeria

Summary

Forage production of *Tridax procumbens* was examined from three seed rates (20, 40 and 60 kg/ha), four types of fertilizer [(unfertilized control, single superphosphate (SSP, 18 %P), NPK (20:10:10), and calcium ammonium nitrate (CAN, 25 %N)] and four harvest stages (6, 9, 12 and 15 weeks post sowing, WPS). Fertilizer rates used were 20 kg/ha P for (SSP) and 50 kg/ha N for each of NPK and CAN. Plant height (cm), density (plants/m²) and spread (cm) were measured at 3, 6, 9, 12 and 15 WPS. Sampling for yield estimation in each plot was done at 6, 9, 12 and 15 WPS.

Mean plant height with respect to seed rate, fertilizer type and growth stage significantly ($P < 0.05$) varied from 18.5 to 23.5 cm, 12.1 to 22.5 cm and 8.6 to 18.2 cm respectively. Plant density increased significantly ($P < 0.05$) with increase in seed rate from 46.0 plants/m² for seeds sown at a rate of 20 kg/ha to 64.0 plants/m² for 60 kg/ha seed rate. Fertilizer type significantly favoured plant density, with NPK giving higher density than did SSP, CAN or the control. Plant spread was significantly ($P < 0.05$) lowest 3 WPS, increased gradually with increase in the growth of *T. procumbens* until a maximum density (48 plants/m²) was reached 12 WPS. Leaf and stem DM yields were significantly ($P < 0.05$) affected by seed rates, types of fertilizer and harvest stages. Mean total (whole) plant DM yield increased with increase in seed rate with only seeds sown at 60 kg/ha recording > 2000 kg DM/ha. Application of SSP, NPK and CAN gave more total DM yields than the unfertilized control plot respectively by about 69, 75 and 75 %. Total DM yield varied from 1024 kg DM/ha when *T. procumbens* was harvested at an earlier stage (6 WPS) to 2130 kg DM/ha at a later harvest (12 WPS). The main CP of leaf was significantly ($P < 0.05$) affected by all the treatments imposed.

Résumé

Influence de la densité de semis et du type d'engrais sur la croissance de *Tridax procumbens* dans la zone sub-humide du Nigeria

L'étude de l'influence de la densité de semis (20 ; 40 et 60 kg graines/ha), de quatre types d'engrais [Témoin sans engrais, 20 kg/ha Superphosphate simple (SPS 18%P), 50 kg/ha N.P.K. (20 : 10 : 10), 50 kg/ha Nitrate de Calcium ammoniacal (NCA, 25% N)] et de quatre stades de récolte [(6 ; 9 ; 12 et 15 semaines après le semis (SAS))] a été réalisée en vue d'évaluer la production fourragère de *Tridax procumbens*. La croissance en hauteur de plants (cm), la densité (plants/m²) et le tallage (cm) ont été mesurés 3, 6, 9, 12 et 15 SAS. La prise d'échantillons a été réalisée dans chaque parcelle à la 6, 9, 12 et 15 SAS en vue d'estimer le rendement. La moyenne de la croissance en hauteur a varié d'une manière significative ($P < 0,05$) en fonction de la densité de semis, du type d'engrais et du stade végétatif. Elle a varié respectivement de 18,5 à 23,5 cm ; de 12,1 à 22,5 cm et de 8,6 à 18,2 cm. La densité de plants a augmenté avec la densité de semis d'une manière significative ($P < 0,05$). Elle a été de 46 plants/m² pour la densité de semis de 20 kg graines/ha et de 64 plants/m² pour la densité de semis de 60 kg graines/ha. L'application d'engrais a influencé la densité de plants d'une manière significative, la densité la plus élevée a été obtenue avec l'application de la formule complète N.P.K. Le tallage des plants était le plus faible ($P > 0,05$) 3 SAS. Il a augmenté progressivement jusqu'à la 12^{ème} SAS et a atteint une valeur maximale d'une densité de 48 tiges/m². Les rendements de la matière sèche (MS) des feuilles et des tiges ont varié significativement en fonction des densités de semis, de types d'engrais et des stades de récolte. La densité de semis la plus élevée (60 kg graines/ha) a induit une augmentation significativement supérieure du rendement moyen en MS pour la plante entière (> 2000 kg MS/ha) par rapport aux résultats obtenus pour les deux densités de semis les plus faibles. L'application de SPS, N.P.K. et NCA a permis une augmentation du rendement total en MS comparativement aux parcelles témoins qui n'ont pas reçu d'engrais (respectivement de 69 ; 75 et 75%). Le rendement total en MS de *T. procumbens* a varié de 1024 kg MS/ha pour la récolte au stade précoce (6 SAS) à 2130 kg MS/ha pour la récolte au stade tardif de 12 SAS. Le contenu en protéine brute (PB), des feuilles a varié d'une manière significative pour tous les traitements étudiés.

Introduction

Tridax procumbens Linn. is known as Public Work Department (PWD) weed in south western Nigeria. It is native to central America but now occurs throughout the tropical and subtropical belt of the world (7). It is frequently found in annual crops, roadsides, pastures, fallow land and waste areas and occasionally in lawns, perennial crops and nurseries. Its wide distribution and importance as a weed are due to its spreading stems and abundant seed production (4). It reportedly was introduced into Nigeria as an ornamental in the early 1900s and after many years, the population began spreading to other areas, especially along roadsides and in artificial pastures (1). *Tridax procumbens* has been described botanically by Holm *et al.* (6).

Though considered a weed, this C3 plant is especially cherished by rabbits (2), and also sometimes used as green feed for poultry (5) and to stop bleeding in certain Indian villages (6). Kasture and Wododkar (10) in India analysed mature plants and found sugars, sterols, and tannins but no alkaloids or glycosides. In Nigeria studies carried out so far have been concerned with its germination (13), ecology (16), chemical composition (8, 9), intra-specific competition (15), and its value as dry season feed for rabbits (2). In the later studies, it was found that *T. procumbens* was most preferred out of the 16 tropical green forages offered to rabbits. Concomitant with this is the paucity of research data on forage production potential of *T. procumbens* as regard its establishment and management strategies. This study was therefore designed to examine the effect of seeding rate, harvest stage and fertilizer application on its dry matter yield and quality.

Material and methods

Site description

The study was carried out between July 1990 and November 1991 at the demonstration plot of the Forage and Crop Residue Research Program (FCRRP) of National Animal Production Research Institute (NAPRI), Shika (11°15'N, 7°32'E; altitude 610 m) in the subhumid

zone of northern Nigeria. Shika soil type has been classified as belonging to the ferruginous tropical soils derived from sandy parent material and crystalline acid rock (11). Kowal (12) described the physical properties of the soil as well-drained sandy loam soil with a clay fraction consisting mainly of kaolinite and small quantities of illite deficient in N and P. Based on World Reference Base for Soil Resources (WRB) and the FAO/UNESCO Soil Map of the World (6), Shika soil could be classified as Arenosols. This site (0-15 cm topsoil) just before the trial consisted of 10 % clay; 11 % silt; 79 % sand; 5.6 pH; 0.030 % total N; 11.9 ppm total P; 2.17 meq/100 g Ca²⁺; 0.098 meq/100 g K⁺ and 0.118 meq/100 g Mg²⁺. The climate is characterised by a well-defined wet and dry season. The wet season begins in April/May, establishes in June and ends in late September/mid October to April with a low relative humidity and a dry north-east wind. The monthly weather observations during the trial years are shown in Table 1.

Field treatments and analyses

The seeds of *T. procumbens* used were collected within the premises of NAPRI by hand and stored at room temperature (25-29°C) in a sampling cloth bag for five to six months before sowing on the field. The experimental size (hitherto a fallow land) was ploughed, harrowed twice and manually leveled to give a fine seedbed. The experiment was laid out in a split-split plot experimental design with three seeding rates (20, 40 and 60 kg/ha) as main plot, four types of fertilizer [(unfertilized control, single superphosphate (SSP, 18 % P), NPK (20:10:10), and calcium ammonium nitrate (CAN, 25 % N)] served as the sub-plots and four harvest stages (6, 9, 12 and 15 weeks post sowing, WPS) constituted the sub-sub plots. Fertilizer rates used were 20 kg P/ha (for SSP) and 50 kg N/ha for each of NPK and CAN. The fertilizer was applied as a single dose at planting in both years. There were three replicates. The sub-sub plots size measured 4 m x 5 m with an allowance of 2 m as pathways between plots. The appropriate quantity of seeds/plot was drilled slightly in seven rows, 60 cm apart on 30 July, 1990 and 27 July,

Table 1
Weather observations at Shika and environs during the experimental periods (1990 and 1991)

Months	Total rainfall (mm)		*Mean daily temp (0° C)		*Relat. humidity (%)	*Sunshine (hours)
	1990	1991	Min	Max		
April	15.3(1)	70.0(3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
May	143.5(10)	314.6(16)	21.3	30.8	68.6	6.4
June	125.7(13)	162.9(13)	20.7	30.1	71.3	6.9
July	212.7(13)	243.2(12)	20.0	28.1	75.1	5.7
August	231.7(18)	341.1(15)	19.7	27.9	78.5	5.0
September	187.3(15)	80.8(8)	20.0	31.3	65.8	8.1
October	6.4(2)	42.6(4)	18.0	32.0	44.5	8.5
November	-	-	12.9	31.6	19.0	8.9
December	-	-	12.6	28.6	18.7	7.7
Total	922.6(72)	1261.2(71)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

* Records (for 1991 only) from Institute for Agricultural Research, Samaru about 12 kilometers from Shika, Nigeria. Values in parenthesis indicate number of rainy days
N.A., Not available/applicable

1991. The 3 sowing rates were based on a pre-trial germination test which gave 41 % germination. Two hand weedings were carried out between the rows three and six weeks post sowing (WPS).

Plant height (cm), density (plants/m²) and spread (cm) were measured at 3, 6, 9, 12 and 15 WPS. Sampling for yield estimation in each plot was done at 6, 9, 12 and 15 WPS by cutting plants within a 1 m² quadrat at ground level. The samples were weighed as whole plant, leaf and stem components and thereafter dried in a unitherm oven at 60°C for 48 hours, and reweighed for estimation of dry matter (DM) yields. Subsamples were ground through a 1 mm sieve and analysed for crude protein content according to the Kjeldahl method described by AOAC (3). The statistical analysis was computed using the Proc GLM of SAS (21). Only the means of observations over the two years as affected by the treatments are presented, since the effect due to year was not significant ($P > 0.05$).

Results

Plant height, density and spread

Mean plant height with respect to seed rate, fertilizer type and stage significantly ($P < 0.05$) varied from 18.8 to 23.5 cm, 12.1 to 22.5 cm and 8.6 to 18.2 cm respectively (Table 2). Plant density increased significantly ($P < 0.05$) with increase in seed rate from 46.0 plant/m² for seeds sown at a rate of 20 kg/ha to 64.0 plants/m² for 60 kg/ha seed rate. Fertilizer type significantly favoured plant density, with NPK giving higher density than SSP and CAN. The unfertilized control plot recorded the least plant density. Plant density increased from 29 plants/m² 3 WPS to 52 plants/m² 9 WPS after which it declined. Plant spread was highest with the least seed rate and decreased with increase in seed rate. Plant spread with respect to fertilizer type followed the same trend with plant density (i.e. NPK > CAN > SSP > control). Plant spread was significantly ($P < 0.05$) lowest 3 WPS, increased gradually with increase in the growth of *T. procumbens* until a maximum density (48 plants/m²) was reached 12 WPS.

Table 2
Mean of plant height, density and spread over the two years as influenced by seed rate, fertilizer type and growth stage at Shika, Nigeria

Treatments	Plant height (cm)	Plant density (No./m ²)	Spread (cm)
Seed rate (kg/ha):			
20	18.5 ^b	46 ^c	41.6 ^a
40	23.5 ^a	57 ^b	28.0 ^b
60	18.8 ^b	64 ^a	25.4 ^b
Fertilizer type:			
Control (no fertilizer)	12.1 ^d	44 ^c	15.0 ^c
SSP (20kg P/ha)	17.3 ^c	56 ^b	36.0 ^b
NPK (50kg N/ha)	22.5 ^a	67 ^a	41.1 ^a
CAN (50kg N/ha)	20.0 ^b	57 ^c	35.0 ^b
Growth stage (Weeks post sowing):			
3	8.6 ^d	29 ^c	4.6 ^d
6	13.4 ^c	45 ^b	23.9 ^c
9	16.9 ^b	52 ^a	37.8 ^b
12	19.0 ^a	49 ^a	47.5 ^a
15	18.2 ^{ab}	49 ^a	44.8 ^a

Means in a column for a particular treatment with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

Dry matter yield

Leaf DM yield was significantly ($P < 0.05$) affected by seed rate varying from 584 kg/ha for seeds sown at 20 kg/ha to 1034 kg/ha for seeds sown at 60 kg/ha (Table 3). With respect to type of fertilizer application, leaf DM yield was least with unfertilized control (401 kg DM/ha) and highest with NPK. Both NPK and CAN had >1000 kg DM/ha, while SSP recorded <1000 kg DM/ha. As expected, leaf DM yield increased with increase in growth stage up to 12 WPS after which it suddenly decreased. Harvesting *T. procumbens* at 12 WPS recorded >1000 kg/ha while other stages at harvest produced <1000 kg DM/ha (Table 3).

Mean stem DM yield followed the same trend with leaf DM yield with respect to seed rate, fertilizer type and growth stage. Stem DM yield was however >1000 kg DM/ha with seeds sown at a rate of 60 kg/ha, NPK and CAN, and between harvest taken at 12 and 15 WPS (Table 3). Mean total (whole) plant DM yield increased with increase in seed rate with only seeds sown at 60 kg/ha recording >2000 kg DM/ha. The unfertilized control plots performed poorly when compared with plots that received different types of fertilizers. Application of SSP, NPK and CAN yielded more total DM yields than the unfertilized control plot respectively by about 69, 75 and 75 %. Both NPK and CAN had yields >2000 kg DM/ha while others had less values. Total DM yield varied from 1024 kg DM/ha when *T. procumbens* was harvested at an earlier stage (6 WPS) to 2130 kg DM/ha at a later harvest (12 WPS) (Table 3).

Table 3
Means of forage dry matter (DM) yields and crude protein contents of *Tridax procumbens* over the two years as influenced by seed rate, fertilizer type and growth stage at cutting at Shika, Nigeria

Treatments	Forage DM yields (kg/ha)			Crude protein contents (%)		
	Leaf	stem	Total	leaf	stem	whole plant
Seed rate (kg/ha):						
20	584 ^c	629 ^c	1213 ^c	21.8 ^a	12.3	14.6
40	802 ^b	929 ^b	1731 ^b	17.6 ^b	12.8	14.0
60	1034 ^a	1205 ^a	2239 ^a	15.6 ^c	11.2	12.0
Fertilizer type:						
Control (no fertilizer)	401 ^c	351 ^c	752 ^c	6.7 ^a	4.3 ^c	5.1 ^c
SSP (20kg P/ha)	742 ^b	917 ^b	1659 ^b	12.3 ^c	9.6 ^b	10.5 ^b
NPK (50kg N/ha)	1088 ^a	1233 ^a	2321 ^a	20.6 ^a	11.6 ^a	14.0 ^a
CAN (50kg N/ha)	1022 ^a	1182 ^a	2204 ^a	15.4 ^b	10.8 ^{ab}	11.1 ^b
Growth stage (Weeks post sowing):						
6	540 ^c	484 ^c	1024 ^c	18.5 ^a	11.8 ^a	14.3 ^a
9	986 ^a	883 ^b	1889 ^b	17.9 ^a	9.4 ^b	12.3 ^b
12	1010 ^a	1120 ^a	2130 ^a	13.0 ^b	8.1 ^b	10.0 ^c
15	740 ^c	1200 ^a	1940 ^b	5.6 ^c	7.1 ^c	4.0 ^d

Means in a column for a particular treatment with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

Crude protein

The mean crude protein (CP) of leaf was significantly ($P < 0.05$) affected by all the treatments imposed. The CP content varied from 15.6 % for seed sown at a rate of 60 kg/ha to 21.8 % for seeds sown at 20 kg/ha (Table

3). The leaf of unfertilized control plots had 6.7 % CP content, a value lower by about 35, 45 and 30 % than what SSP, NPK and CAN had. As expected, CP content decreased with increase in growth.

The mean CP content of the stem with respect to seed rate did not differ significantly ($P > 0.05$). Stem CP content followed the same trend with leaf CP content when different types of fertilizer were applied and as the growth stage increased. The CP content of stem differed much from that of leaf for all the treatments imposed.

With the exception of seed rate, the CP content of whole plant followed the same trend with leaf and stem CP contents for all the treatments examined. The CP content of whole plant was highest with 14.6, 14.0 and 14.3 % respectively for seed rate, fertilizer type and growth stage (Table 3).

Discussion

The trend of plant height with respect to seed rate is unexpected. One would have expected a lower value in plant height with respect to increase in seed rate. Instead the lowest seed rate (20 kg/ha) had the least plant height. What is responsible for this is difficult to explain. The reason for the decrease in plant from 23.5 cm for seeds sown at a rate of 40 kg/ha to 18.8 for 60 kg/ha seed rate is clear. The plant heights were however not vigorous at 60 kg/ha seed rate possibly due to the higher competition for nutrients resulting from higher plant density (64 plants/m²) than did at other seed rates with less densities. The beneficial effect of fertilizer application on plant height and density is obvious, especially the application of NPK, a compound fertilizer. As expected plant height increased gradually as the plant advanced in growth. The similarity in plant density between 9 and 15 WPS indicate that by 9 WPS all seeds had germinated, emerged and showed some evidence of survival.

For optimum forage (total) yields sowing at a rate of 60 kg/ha appeared to be beneficial. The leaf and stem components of *T. procumbens* were also better at this rate. Importantly, the results of this study suggest that NPK is better of in terms of fertilizer type. However, it is thought that CAN when added with little amount of SSP would also give better yield. There is the need to carry out further studies on different rates of NPK and CAN so as to determine the optimum level of requirement. In doing this, lower quantities of SSP could be tested with CAN. Observations of the plots showed that the application of NPK prolonged the growth period of *T. procumbens* by 8 days than did the control and other types of fertilizers applied.

The trend of the leaf, stem and total DM yields obtained in this study as the plant ages agrees with several reports in the same environment with other plants (16, 18) that, with advancing plant growth the proportion of stem increases at the expense of leaf due to an increase in the proportion of lignified structural tissues. The observation that yield declined after reaching a maximum (12 WPS) is similar to an earlier report by Ogbonnaya (16) on *T. procumbens* in southern Nigeria. Intra-specific competition studies by Oladokun (17) in Nigeria and Pemadasa (20) in India found that plant density greatly affected *T. procumbens* growth. The

results of the present studies contradict earlier report by Oladokun (17) and Pemadasa (20) that root and shoot weight, plant height and number of leaves per plant dropped as the plant population increased. This dissimilarity could have resulted from differences in sites of studies, initial germination percentage after planting and fertilizer application.

As expected, leaf consistently had higher CP content than that of stem irrespective of treatments imposed. The similarity in the CP content of whole *T. procumbens* for the three seed rates indicate that optimum seed rate is yet to be attained. The only set back likely to be posed in achieving this is poor establishment resulting from poor germination of *T. procumbens*, as it was rightly observed in a pre-trial germination test which gave 41 % germination. Earlier findings also in Nigeria by Marks and Nwachuku (14) noted that *T. procumbens* seeds germinated over a prolonged period and in a variable pattern, and that only 44 % of freshly harvested seed was viable and seed germination in response to light was cyclic.

The impressive CP content obtained for the leaf and whole plant with NPK fertilized plots compared with those given SSP, CAN and the unfertilized control plots clearly showed the need to know the right type of fertilizer to apply. The CP content obtained 12 WPS was above 7 % considered for maintenance of livestock (14). The results therefore compliment DM yield 12 WPS. The CP content of leaf obtained in this study were slightly lower than amounts earlier reported by Kalu *et al* (9) between the 2nd and the 10th week of growth. On the other hand, the CP contents of the stem recorded in this study were higher than what Kalu and others reported.

Conclusion

From the results of this experiment, it is evident that further trials involving higher seed rate and different levels of NPK fertilizer are needed to determine optimum seed rate (in spite of seed germination problem) and NPK fertilizer requirements. It is obvious that competition between plant stands is minimal and fertilizer application in particular NPK is necessary.

Acknowledgments

Sincere gratitude goes to the Director of NAPRI for funding and providing facilities for the execution of this project. Field assistance of Mr Joshua Waya and Malam Sabo Abubakar is also acknowledged.

Literature

1. Adams C. & Baker H., 1962. Weeds cultivation and grazing lands. Chapter 22 In: Agriculture and land use in Ghana. Ed. by J. Wills, Oxford Press, London.
2. Aduku A.O., Dim N.I. & Hassan W., 1989. Evaluation of tropical green forages for dry season feeding of rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*. 12: 113-116.
3. AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST). 1976. Official methods of analysis of the AOAC. 12th edition. Washington, DC.
4. Baker H., 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. In: The genetics of colonizing species. Ed. by H. Baker and G. Stebbins. pp 142-172. Academic Press, New York.
5. Egunjobi J., 1969. Some common weeds of Western Nigeria. Bull. Res. Div., Ministry of Agric. and Natural Resources, Western State, Ibadan, Nigeria.
6. Food and Agricultural Organisation (FAO) 1998. World Soil Resources Reports 84, Rome.
7. Holm L., Doll J., Holm E., Pancho J. & Herberger J., 1997. World weeds. Natural histories and distribution. John Wiley and Sons inc. New York. 1129p.
8. Hutchinson J & Dalziel. F.N., 1963. Flora of West Tropical Africa. Vol. 11. Crown Agents, London. 544pp.
9. Kalu B.A., Njike M.C. & Ikurior, S.A., 1986a. Evaluating the potential of *Tridax procumbens* for livestock feed. 1. Morphological stage of development and chemical composition. *Nigerian Journal of Animal Production*. 13: 11-12.
10. Kalu B.A., Njike M.C. & Ikurior S.A., 1986b. Evaluating the potential of *Tridax procumbens* for livestock feed. 2. Seasonal changes in chemical composition. *Nigerian Journal of Animal Production*. 13: 11-12.
11. Kasture R. & Wadodkar S., 1971. Preliminary phytochemical study of *Tridax procumbens*. *Indian Journal of Pharmacy*. 33: 96.
12. Klinkenberg K. & Higgins G.M., 1968. An outline of Northern Nigerian Soils. *Nigerian Journal of Science*. 2: 91-115.
13. Kowal J., 1968. Some physical properties of soils at Samaru, Zaria, Nigeria: Storage of water and its use by crops. 1. Physical status of soil. *Nigerian Agricultural Journal*. 5: 13-20.
14. Marks M. & Nwachuku A., 1986. Seed-bank characteristics in a group of tropical weeds. *Weed Research*. 26:151-171.
15. Minson D.J., 1971. The nutritive value of tropical pastures. *Journal of Australian Agricultural Science*. 37: 255-263.
16. Ogbonnaya C., 1988. Aspect of the autecology of *Tridax procumbens*. *Nigerian Journal of Weed Science*. 1: 83-89.
17. Oladukun M., 1978. Nigerian weed species: intraspecific competition. *Weed Science* 26:713-716.
18. Omokanye A.T., 1998. Effects of sowing date, phosphorus level and cutting stage on yield and chemical composition of centro (*Centrosema pubescens*). M.Sc. thesis. Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.
19. Omokanye A.T., Onifade O.S. & Amodu J.T., 1996. Effects of phosphorus and harvest time on dry matter yield, nitrogen and phosphorus contents of horsegram (*Macrotyloma uniflorum*). *Tropicultura*. 14 (2): 73-76.
20. Pemadasa M., 1976. Interference in populations of 3 weeds species. *Journal of Applied Ecology*. 13:899-913.
21. SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS). 1988. SAS/STAT User's Guide, Release 6.03. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina. USA. 1028pp.

O.S. Onifade, Nigerian, Ph. D., Programme Leader, FCRRP, NAPRI based at Shika in Northern Nigeria

A.T. Omokanye, Nigerian, M. Sc. degree. Research Fellow 11 with FCRRP, NAPRI. PhD degree programme in Systems Agriculture at the University of Western Sydney, Australia

J.T. Amodu, Nigerian, M. Sc., Research Fellow 11 FCRRP, NAPRI

Insémination artificielle des vaches zébu 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' au Burkina Faso

M. Zongo¹, H. Boly^{1*}, L. Sawadago¹, W. Pitala¹, N.M. Sousa², J.F. Beckers² & P.L. Leroy²

Keywords: 'Azawak' - 'Gourunsi' - Œstrus synchronization - Artificial insemination.

Résumé

La synchronisation des chaleurs et la fertilité en insémination artificielle des zébus 'Azawak' (Bos indicus, n = 66) et des taurins 'Gourunsi' (Bos taurus, n = 20) ont été appréciées en zone périurbaine soudano-sahélienne de Ouagadougou au Burkina Faso. La synchronisation a été effectuée avec des implants sous cutanés de progestagène placés sous la peau de l'oreille pendant 10 jours. Le traitement a été complété par l'injection de prostaglandine $F_{2\alpha}$ et de PMSG, respectivement au 8^{ème} et au 10^{ème} jours de la pose de l'implant. Le taux d'œstrus induits observés par l'éleveur était de 94,2% dans les 48 heures qui suivaient le retrait de l'implant. Il variait significativement ($P < 0,05$) selon les groupes zébus 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' (100% et 75%, respectivement). Les taux de fertilité, déterminés par palpation rectale chez les zébus 'Azawak' et les taurins 'Gourunsi', ont été respectivement 24,2% et 10%. La fertilité a varié selon le moment de l'insémination: lorsque les femelles étaient inséminées 36 à 48 heures après le retrait de l'implant, les taux de fertilité ont été faibles (0 à 12,5% chez les taurins 'Gourunsi' et les zébus 'Azawak', respectivement). Par ailleurs, lorsque les inséminations étaient réalisées 24 à 36 heures après le retrait de l'implant, les taux de fertilité ont été respectivement de 50% et 42,3%.

Summary

Artificial Insemination of 'Azawak' and 'Gourunsi' Cows in Burkina Faso

The œstrus synchronization and the fertility after artificial insemination of 'Azawak' (Bos indicus, n = 66) and 'Gourunsi' (Bos taurus, n = 20) cows were monitored in periurban soudano-sahelian area of Ouagadougou in Burkina Faso. The synchronization was performed by the application of subcutaneous progestagen implants, placed on the ear for 10 days, followed by prostaglandin $F_{2\alpha}$ and PMSG injections respectively at the 8th and 10th day after the insert of the implant. The rate of œstrus observed by the farmer was 94.2% in the 48 hours following the withdrawal of the implant. It varied significantly according to the groups 'Azawak' and 'Gourunsi' (100% and 75%, respectively). The rates of fertility determined by rectal palpation in 'Azawak' and 'Gourunsi' females were 24.2% and 10%, respectively. The fertility varied according to the time of insemination: when the females were inseminated 36 to 48 hours after the withdrawal of the implants the rate of fertility was weak (0 to 12.5% for 'Gourunsi' and 'Azawak' cows, respectively). When inseminations were performed 24 to 36 hours after the withdrawal of the implant, the rates of fertility were respectively 42.3% and 50% for 'Azawak' and 'Gourunsi' groups.

Introduction

En régions tropicales, la faible productivité des bovins généralement observée est imputable à plusieurs facteurs parmi lesquels la nutrition, les pathologies et leur faible potentiel génétique (19). En raison de la lenteur du processus d'évaluation génétique, notamment dans le cas de testage sur la descendance, les croisements avec les races exotiques apparaissent comme une alternative intéressante pour une intensification plus rapide de la production bovine sous les tropiques (10,14). Après la maîtrise des facteurs nutritionnels et sanitaires, l'utilisation de l'insémination artificielle peut être proposée pour augmenter les performances de production laitière et/ou bouchère des races bovines adaptées à la zone tropicale soudano-sahélienne. La mise en œuvre de tels programmes se heurte à des difficultés diverses, notamment la détection des chaleurs

et la détermination de la période favorable à l'insémination. En effet, ces races bovines présentent des chaleurs naturelles discrètes et brèves (15, 16, 17; 23, 28), qui passent souvent inaperçues. La synchronisation des chaleurs devrait permettre de contourner les difficultés liées à la détection de l'œstrus et de regrouper les opérations de surveillance et d'inséminations. Toutefois, l'application de cette approche devra tenir compte des facteurs induisant une variation des performances reproductives tels que la race, le niveau nutritionnel et l'état sanitaire des troupeaux (19).

La présente étude vise à améliorer la connaissance de la sexualité des femelles zébus 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' en zone soudano-sahélienne, notamment celle du délai d'apparition des chaleurs et de leurs caractéristiques après un traitement d'induction aux

¹ F.A.S.T., Université d'Ouagadougou, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

² Faculté de Médecine Vétérinaire, Bd. de Colonster, 20, B-4000 Liège, Belgique.

Reçu le 18.07.00 et accepté pour publication le 28.11.00.

progestagènes associé à la prostaglandine $F_{2\alpha}$ et à la PMSG. Elle apprécie en outre, la fertilité en fonction des races et des moments des inséminations.

Matériel et méthodes

Zone expérimentale

La présente étude a été menée en milieu périurbain, à Ouagadougou, dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso (12°22' latitude nord et 1°31' longitude ouest). Le climat est du type nord soudanien, caractérisé par une saison sèche de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre (600 à 800 mm/an). La température moyenne est de 33°C, avec des minima de 8°C à 20°C de décembre à janvier et des maxima de 34°C à 40°C de mars à avril. Le relief est plat dans son ensemble. Les sols ferrugineux sont riches en calcium et potassium. La végétation est de type savane arborée à arbustive avec strates herbacées dominées par les graminées. L'élevage des bovins dans cette zone est de type semi-intensif avec une moyenne quotidienne de 5 heures de parcours sur le pâturage naturel composé essentiellement de graminées (*Pennisetum*, *Cenchrus*, *Aristida* et *Brachiaria*) et de ligneux (*Combretum*, *Lanea*, *Parkia* et *Vitellaria*). Cette ration est complétée de graines de coton (1,91 UF et 241,04 MAD), de son de blé (1,44 UF et 212,4 MAD) ou encore de la drêche de brasserie (0,32 UF et 71,6 MAD) selon la disponibilité. L'eau est disponible à volonté.

Les animaux ont subi les contrôles sanitaires contre les maladies réputées légalement contagieuses au Burkina Faso, notamment la tuberculose, la brucellose, le charbon bactérien. Le programme national de prophylaxie contre les grandes épizooties (peste bovine, fièvre aphteuse, péripneumonie contagieuse) est régulièrement suivi. Le déparasitage contre les helminthes, avec du Mébendazole à 10 mg/kg est réalisé en début et fin de saison des pluies. La lutte contre les tiques et autres arthropodes est plus fréquente en saison des pluies soit en moyenne 2 pulvérisations mensuelles de Deltaméthrine à 0,050 p.1000.

Animaux, traitements hormonaux et insémination

Quatre-vingt six femelles issues de sept fermes ont été suivies de février 1997 à décembre 1999. Les animaux étudiés appartiennent aux races zébu 'Azawak' (*Bos indicus*, n = 66) et taurin 'Gourunsi' (*Bos taurus*, n = 20). Toutes les femelles ont subi un diagnostic par palpation rectale afin d'exclure une gestation évolutive avant d'être soumises à un traitement d'induction d'œstrus associant progestagènes, prostaglandine $F_{2\alpha}$ et PMSG selon le protocole suivant:

- Jour 1: Pose de l'implant Crestar®, Intervet (3 mg de Norgestomet) par voie sous cutanée dans le pavillon de l'oreille et injection de 2 ml de solution huileuse de 3 mg de Norgestomet et de 3,8 mg de valérate d'œstradiol.
- Jour 8: Injection de prostaglandine $F_{2\alpha}$ (solution injectable de luprostiol; Prosolvin®, Intervet): 5 mg/100 kg de poids vif.
- Jour 10: Retrait de l'implant et injection de PMSG (Foligon®, Intervet): 400 U.I./300 kg de poids vif.

Une insémination artificielle systématique a été réalisée 24 à 36 heures après retrait de l'implant dans le lot 1 (26 zébus 'Azawak' et 4 taurins 'Gourunsi') et 36 à 48 heures dans le lot 2 (40 zébus 'Azawak' et 16 taurins 'Gourunsi').

Les inséminations ont été pratiquées sur toutes les femelles avec de la semence congelée. Le délai d'apparition des chaleurs a été considéré comme l'écart de temps entre l'arrêt du traitement et l'acceptation du chevauchement. Le diagnostic de gestation a été effectué par palpation transrectale 60 jours après insémination artificielle.

Les taux d'œstrus induits ont été calculés comme le rapport entre le nombre de femelles vues en chaleur et le nombre de femelles traitées. Les taux de fertilité ont été calculés en considérant le nombre de femelles gestantes (suite à l'insémination) par rapport au nombre total de femelles inséminées.

Résultats

Induction et manifestation des chaleurs

Le taux global d'induction de l'œstrus dans les 48 heures suivant le retrait de l'implant a été de 94,2% (100% pour les zébus et 75% pour les taurins) (Figure 1). Les zébus 'Azawak' ont été les premières à manifester des signes de chaleurs, soit 15 ± 2,9 heures après l'arrêt du traitement. Chez les taurins 'Gourunsi' les chaleurs ont été observées plus tardivement par rapport aux zébus 'Azawak' (premiers signes observés 24 ± 9,4 heures après le retrait des implants).

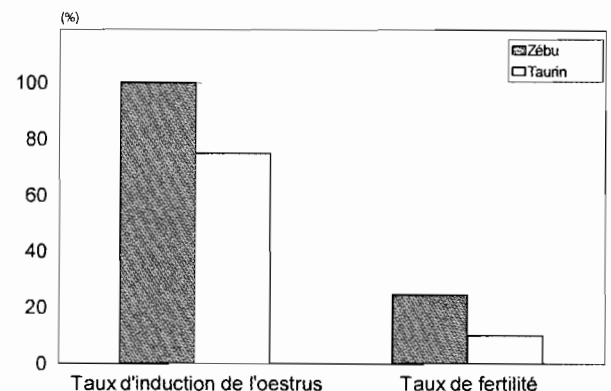


Figure 1 – Taux d'induction de l'œstrus et taux de fertilité observés chez les zébus 'Azawak' (n = 66) et taurins 'Gourunsi' (n = 20) soumis à un traitement d'induction d'œstrus associant progestagènes, prostaglandine $F_{2\alpha}$ et PMSG.

Fertilité en insémination artificielle

Le taux de fertilité en insémination artificielle à l'œstrus induit a été de 20,9%, avec variations significatives ($P < 0,05$) entre les groupes (24,2% et 10 % pour les zébus 'Azawak' et les taurins 'Gourunsi', respectivement) (Figure 1).

Le taux de fertilité a varié significativement ($P < 0,05$) selon le moment de l'insémination artificielle. Les inséminations effectuées entre 24 et 36 heures après le retrait des implants et l'injection de PMSG ont donné une fertilité moyenne de 43,3% (42,3% pour les zébus

'Azawak' et 50 % pour les taurins 'Gourunsi'). Les inséminations effectuées entre 36 et 48 heures ont donné une faible fertilité (8,9%), variant entre 0% pour taurins 'Gourunsi' et 12,5% pour les zébus 'Azawak' (Figure 2).

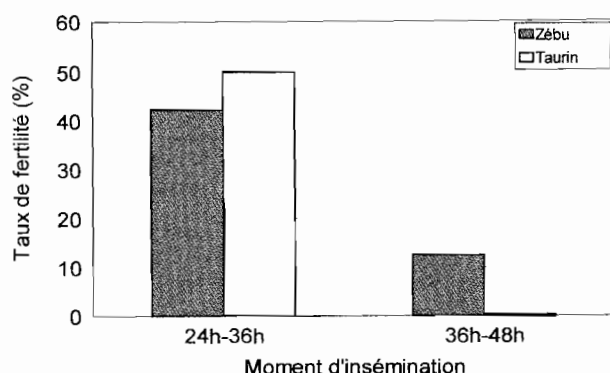


Figure 2 – Taux de fertilité chez les zébus 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' selon le moment d'insémination artificielle.

Discussion

Les taux moyens d'induction de l'œstrus sur les zébus 'Azawak' ont été similaires aux observations faites sur les zébus Foulbé (11), les taurins Afrikander (8) et sur les zébus Maure traités avec la prostaglandine $F_{2\alpha}$ (4). Ils sont aussi similaires à ceux déjà observés au Sénégal chez le zébu Gobra après traitement à base d'implants (81,3%) et de spirale (92,5%) (16).

Sur les taurins 'Gourunsi', les taux d'induction sont cependant faibles comparativement aux travaux réalisés par Humblot *et al.* (9) sur la race Charolaise (85,7%). Cela pourrait être en liaison avec le petit format des femelles de cette race (en moyenne 150 kg) soumises à un traitement hormonal par implants et injections de PMSG préconisés pour les taurins européens ayant un format 2 à 3 fois supérieurs aux taurins 'Gourunsi'. La forte imprégnation hormonale qui résulte du traitement, notamment de la PMSG, est bien reconnue (1, 22, 25) raccourcir le délais d'induction de l'œstrus, et expliquerait les chaleurs survenant 24 heures après retrait de l'implant chez les taurins 'Gourunsi'. Elle expliquerait aussi la différence de fertilité (50 ou 8,9%) lorsque l'on insémine entre 24-36 heures ou 36-48 heures. Il en est de même pour la prostaglandine dont les effets de resserrements des délais d'apparition des chaleurs ont été montrés par Steffan (26), Fetrow & Blanchard (6) et MacMillan (13).

Le délai d'apparition des chaleurs décelé chez le zébu 'Azawak' s'inscrivait dans les limites des valeurs rapportées par Cissé (4) sur le zébu Maure traité avec la prostaglandine $F_{2\alpha}$. Sur les taurins Baoulé, Chicoteau *et al.* (3) ont noté que les chaleurs apparaissaient plus tardivement, soit 43 à 46 h après l'arrêt du traitement. En France, Petit (21) a observé aussi bien sur des vaches que sur des génisses des taux de 65 à 70% de femelles en œstrus 48 heures après l'arrêt du traitement au moyen de spirales vaginales. L'adjonction de la prostaglandine aux progestagènes semblait être le facteur d'induction précoce de l'œstrus.

Selon Thimonier *et al.* (27), Heerhe *et al.* (7) et Roche *et al.* (24), l'injection de la $PGF_{2\alpha}$ avant le retrait de l'implant entraînerait la lyse de corps jaunes persistants et

favoriserait la précision de la synchronisation en diminuant la concentration de progestérone. Cet effet est favorable à l'induction d'un œstrus précoce et d'une ovulation.

Les manifestations de chaleur et les modifications organiques au cours des chaleurs induites des zébus 'Azawak' ont été plus intenses et plus évidentes que lors des chaleurs naturelles observées chez les métisses zébu 'Azawak' x zébu Peul (29). La synchronisation de l'œstrus pourrait être, dans ce contexte, une alternative pour pallier les difficultés liées à la détection des chaleurs et pour mieux organiser les inséminations.

Chez les zébus 'Azawak' et chez les taurins 'Gourunsi', les taux de fertilité après insémination artificielle ont été faibles. Ces taux s'inscrivent dans les limites des valeurs (12,5 à 25%) rapportées sur les zébus Goudali traités à la prostaglandine (20). Ils sont supérieurs aux taux obtenus après insémination lors des premières venues en chaleurs sur les taurins N'Dama et zébus Maure traités à la $PGF_{2\alpha}$ (4). Par contre, ils sont en dessous des résultats de 50% obtenus sur les zébus Gobra traités aux implants (18), de 43,7% sur le zébu Indien (12) et enfin de 43 % sur le zébu Mashona (8).

Les taux de fertilité après insémination observés dans cette étude sont également nettement inférieures aux résultats obtenus par saillies naturelles sur le zébu Gobra (75 à 80%) (18). Par ailleurs, Humblot *et al.* (9) trouvent des taux de gestation de 55,4% en race Charolaise et de 60% en race Limousine.

Le taux de fertilité que nous avons enregistré sur les zébus 'Azawak' (24,2%) a été supérieur à celui des taurins 'Gourunsi' (10%) en zone soudano-sahélienne. Ceci pourrait être la conséquence d'une meilleure adaptation des zébus au climat chaud et humide de la zone soudano-sahélienne par rapport aux taurins originaires de la zone sub-humide. Cela semble être confirmé par les observations faites en 1986 au Centre de Recherche Zootechnique de Sotuba (5), dans la zone sub-humide où les femelles zébus Maure étaient moins fertiles que les femelles N'Dama. Ces résultats sont aussi comparables aux proportions de fertilité enregistrées sur le zébu Foulbé au Cameroun (11) et sur les zébus Afrikander, Brahman, Tswana et Tuli après traitement à la prostaglandine $F_{2\alpha}$ au Botswana (2).

Conclusion

Cette investigation rapporte les résultats d'induction d'œstrus et de fertilité obtenus chez les zébus 'Azawak' et taurins 'Gourunsi' traités au moyen d'implant Crestar, de $PGF_{2\alpha}$ et de PMSG, selon les protocoles développés en Europe et en Amérique. La présentation pharmaceutique des implants de progestagènes et les doses de PMSG destinés aux taurins européens de plus de 500 kg pourrait encore convenir aux zébus de 300 kg, mais sont probablement excessives pour les races taurines africaines de petit format. Les effets dose-réponses de la PMSG dans une forte pré-imprégnation de la progestérone méritent une étude spécifique sur ces taurins et zébus africains.

Les problèmes associés à la détection des chaleurs constituent un handicap majeur à l'expansion de l'insémination artificielle sous les tropiques. La synchronisation des œstrus permet de contourner ces problèmes mais ne paraît pas améliorer les taux de conception qui restent très bas par rapport à ceux observés lorsque les

femelles sont soumises à la monte naturelle (75 à 80%) (16) et ceux obtenus sur les races des zones tempérées, notamment Charolaise (55,4%) et Limousine (60%) (9). Pour améliorer les résultats, il est nécessaire d'adapter les protocoles de synchronisation à la physiologie de la reproduction particulière des races tropicales et d'entreprendre une meilleure détermination des périodes propices à l'insémination artificielle.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au projet Belge CIUF/UO/SPA et à l'Institut Vétérinaire Tropical de Liège de la Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège.

Références Bibliographiques

1. Aguer D., 1981. Les progestagènes dans la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. *Recl. Méd. Vét.* 157, 53-60.
2. Buck N.G., Light D. & Makobo A.D., 1980. Conception rates of beef cattle in Botswana following synchronisation of oestrous with cloprostenol. *Animal Prod. U.K.* 30, 61-67.
3. Chicoteau P., Cloe L. & Bassinga A., 1986. Essai préliminaire de la synchronisation des chaleurs chez les femelles Baoulé. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 39, 161-163.
4. Cissé A.B., 1993. Synchronisation des chaleurs chez les vaches N'Dama et zébu Maure avec la prostaglandine $F_{2\alpha}$. pp. 21-26. In: *Actualité Scientifique. Maîtrise de reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apports des Technologies Nouvelles.*
5. C.R.Z. de Sotuba, 1986. Rapport annuel du Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba.
6. Fetrow J. & Blanchard T., 1987. Economic impact of the use of prostaglandin to induce estrous in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 190, 163-169.
7. Heersche G.Jr., Kiracoffe G.H., Debenetti R.C., Ven S. & McKee R.M., 1979. Synchronization of estrous in beef heifers with a norgestomet implant and prostaglandin $F_{2\alpha}$. *Theriogenology* 11, 197.
8. Holness D.H. & Hopley J.D.H., 1975. A synchronized breeding trial using prostaglandin analogue. *Agriculture Today (Rhodesia)* 57, 11-13.
9. Humblot P., Jeanguyot N., Germain S., Cosquer R. & Chevallier A., 1994. Facteurs de variation de l'induction et de la synchronisation de l'oestrus chez la vache allaitante. pp. 49. In: *Enquête Synchro-Avenir. U.R.C.O.. U.N.C.E.I.A.*
10. Lhoste P. & Pierson J., 1975. Essais d'insémination artificielle au Cameroun à l'aide de semence congelée importée. I. Insémination artificielle de femelles zébus en chaleurs naturelles. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 28, 513-522.
11. Lhoste P. & Pierson J., 1976. L'expérimentation de l'insémination artificielle au Cameroun par importation de semence congelée. II. Essai de synchronisation de l'oestrus sur les femelles zébu. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 29, 67-74.
12. MacFarlane I.S. & Saleka R., 1971. Synchronisation of estrous and ovulation in *Bos indicus*. Heifers rising and orally active progestagene. *East Afric. Agric. Forestry J.* 27, 353-355.
13. Macmillan K.L., 1983. Prostaglandin responses in dairy herd breeding programmes. *New Zeal. Vet. J.* 31, 110-113.
14. Mandon A., 1948. L'élevage des bovins et l'insémination artificielle en Adamaoua. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 37, 73.
15. Mattoni M., Mukassa-Mugerwa E., Tegene A. & Gecchini G., 1989. Effect of oestrus synchronization with prostaglandin $F_{2\alpha}$. *Anim. Prod.* 48, 367-373.
16. Mbaye M., 1980. Induction et synchronisation des chaleurs chez les femelles zébu Gobra. ISRA SENEGAL - Rapport de confirmation.
17. Mbaye M., Diop P. E. H. & Ndiaye M., 1989. Etude du cycle sexuel chez la vache de race N'Dama. pp. 34-35. In: *Atelier Reprod. Bétail Trypanot. Afrique (FAO-RAF/88/100) Banjul.*
18. Mbaye M. & Ndiaye M., 1993. Etude des chaleurs et de la fertilité après un traitement de maîtrise de la reproduction chez la vache zébu Gobra. pp. 27-37. In: *Actualité Scientifique. Maîtrise de reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apports des Technologies Nouvelles.*
19. Mbogo D.E., 1974. Improvement of animal productivity in the tropics through artificial insemination. In: J.K. Loosli, V.A. Oyenuga and G.M. Badatunde (Editors), *Animal Production in the tropics*. Heinemann Educational Books (Nigeria) Limited, Ibadan.
20. Messine O., Mbah D. A. & Saint-Martin G., 1993. Synchronisation de l'oestrus chez les femelles zébus Goudali au C.R.Z. de Wakwa (Cameroun). pp. 13-19. In: *Actualité Scientifique. Maîtrise de reproduction et amélioration génétique des ruminants. Apports des Technologies Nouvelles.*
21. Petit M., 1977. Maîtrise des cycles sexuelles, Rapport d'activités de services techniques UNCEIA. *Elevage et insémination*, 161 p.
22. Petit M., Mbaye M. & Palin C., 1979. Maîtrise des cycles sexuels. *Elevage Insém.*, 170, 7-27.
23. Ralambofiringa A., 1978. Notes sur les manifestations du cycle oestral et sur la reproduction des femelles N'Dama. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 31, 91-94.
24. Roche J.F., Ireland J. & Mawhinney S., 1981. Control and induction of ovulation in cattle. *J. Reprod. Fert. (Suppl.)* 30, 211-222.
25. Saint-Martin G. & Messine O., 1985. Insémination artificielle hors station: nouvelle méthode de synchronisation des chaleurs des femelles zébus dans l'Adamaoua. In: *IRZ, Technical Annual Meeting, N'Gaoundéré, Cameroun*, 15 p.
26. Steffan J., 1981. Applications thérapeutiques et zootechniques de la prostaglandine $F_{2\alpha}$ chez les bovins. *Recl. Méd. Vét.*, 157, 61-69.
27. Thimonier J., Chupin D. & Pelot J., 1975. Synchronization of estrous in heifers and cyclic cows with progestagens and prostaglandins analogues alone or in combination. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 15, 437.
28. Traoré A. & Bako G., 1984. Etude du cycle sexuel chez la vache et génisse N'Dama élevées au CRZS (Mali). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 37, 482-484.
29. Zongo M., 1998. Cycle oestral du zébu Peul soudanien. *Memoire de Diplôme d'Etudes Approfondies. F.A.S.T. Université de Ouagadougou*. 61 p.

M. Zongo, Burkinabé. Biologiste étudiant-Doctorant. F.A.S.T., Université d'Ouagadougou, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

H. Boly, Burkinabé. Professeur agrégé. Enseignant Chercheur. F.A.S.T., Université d'Ouagadougou, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

L. Sawadogo, Burkinabé. Professeur titulaire, Enseignant. F.A.S.T., Université d'Ouagadougou, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

W. Pitala, Burkinabé. DEA étudiant-Doctorant. F.A.S.T., Université d'Ouagadougou, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

N. M. Sousa, Brésilien, DMV + DEA Etudiant-Doctorant. Faculté de Médecine Vétérinaire, Bd. de Colonster, 20, B-4000 Liège, Belgique.

J.F. Beckers, Belge, DMV Professeur agrégé. Faculté de Médecine Vétérinaire, Bd. de Colonster, 20, B-4000 Liège, Belgique.

P. L. Leroy, Belge, DMV, Professeur agrégé, Doyen de la Faculté de « Médecine Vétérinaire ULg. Faculté de Médecine Vétérinaire, Bd. de Colonster, 20, B-4000 Liège, Belgique.

Aptitude de terre et risque d'érosion en culture irriguée de pois mange-tout (*Pisum sativum*) sur un andosol des hauts plateaux de l'Ouest Cameroun

A. Boukong¹, M. F. Fonteh² & C.M. Tankou³

Keywords : Land suitability - *Pisum sativum* - Irrigation - Erosion - Andosol - West Cameroon

Résumé

Un essai d'appui à la production de *Pisum sativum* (pois mange - tout) comme haricot vert en culture irriguée a été conduit dans les hauts plateaux de l'Ouest Cameroun en contre saison (janvier - mars). Cette étude, ayant pour but d'améliorer la productivité de cette spéculature et de limiter la dégradation du sol cultivé a permis d'établir que:

L'environnement de production caractérisé par un andosol à 1285 m d'altitude, labouré en gros billons avec des sillons de 2 % de pente, était moyennement apte à cette culture irriguée de novembre à mars. Mais la période la plus favorable était celle de novembre à janvier parce qu'elle permettait de bénéficier de l'effet des dernières pluies de la saison pluvieuse.

L'érosion mesurée sous trois façons culturales (terrasses, gros billons, petits billons) était non seulement comparable entre les terrasses et les gros billons mais tolérable, alors qu'elle était importante dans les petits billons sur ce type de sol. Ce résultat montre que la pratique de gros billons perpendiculaires à la pente souvent utilisée par les paysans de cette région n'est pas forcément mauvaise comparée à celle des terrasses et petits billons qu'on aurait souhaité introduire en irrigation pour la culture.

Summary

Land Suitability and Risk of Erosion of an Andosol with Irrigated Garden Peas (*Pisum sativum*) in Western Highlands of Cameroon

In order to help increase the productivity of *Pisum sativum* (garden peas) as green beans and to minimize soil degradation, a trial was carried out on irrigated farms in the western highlands of Cameroon during the off - season (January - March). This study showed that: An andosol at an altitude of 1285 m cultivated with large ridges at 2% slope was moderately suitable for this irrigated crop from November to March. However, the crop cycle between November and January would be preferable so as to take advantage of the last rains.

Erosion measured under three cultural systems (terraces, large and small ridges) indicated that the magnitude was comparable and acceptable between terraces and large ridges while that of small ridges was considerably higher. These results indicate that, the large ridges perpendicular to the slope, commonly used by the local farmers of the area, are not necessarily inferior to terraces and small ridges which were considered for introduction in the irrigation of this crop.

Introduction

La culture du pois mange - tout comme haricot vert destiné à l'exportation est très récente dans les hauts plateaux de l'Ouest Cameroun. Elle a été introduite en contre saison pour aider le paysan de la région à diversifier ses sources de revenu. L'importance des investissements et le manque d'encadrement limitent le nombre de producteurs qui se recrutent surtout parmi les élites de la région. Ces derniers, malgré les efforts déployés dans la production pour l'exploitation font face à de nombreux problèmes, résultant à une productivité moyenne brute de gousses vertes de moins de 1,5 t/ha. Cette dernière s'avère faible en culture irriguée, en comparaison aux rendements (2 à 3 t/ha) décrits par Sys *et al.* (7).

L'objectif de la présente étude sera d'évaluer d'une part, l'environnement pédoclimatique préférentiel des producteurs actuels et d'autre part, de comparer l'incidence de deux méthodes de préparation du sol (terrasses et petits billons) proposées comme innovation à celle

(gros billons) utilisée par tous les producteurs sur la dégradation potentielle du sol due à l'érosion.

Matériel et méthodes

Evaluation de l'environnement pédoclimatique

Principe

La méthode F.A.O adaptée de Sys (6) nous a permis d'évaluer l'environnement climatique et pédoclimatique respectivement des hauts plateaux de l'Ouest Cameroun et du site d'essai. Cette méthode paramétrique attribue à une caractéristique de terre une valeur de 0 à 100. Lorsqu'une caractéristique de terre est optimale pour une utilisation donnée, elle prend une valeur de 100, dans le cas contraire, cette valeur est plus faible

1. Département des Sciences du Sol, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang - Cameroun.

2. Département du Génie Rural, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, BP. 447, Dschang, Cameroun, E-mail: m.f.fonteh@camnet.cm

3. Département d'Agriculture, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang - Cameroun.

Reçu le 11.08.00 et accepté pour publication le 07.12.00.

comprise dans l'intervalle ci-dessus. Cette méthode propose une évaluation en deux étapes: le climat et la terre.

Evaluation du climat

Nous avons supposé que l'irrigation est optimale en terme d'apport d'eau en contre saison. Compte tenu de la culture et de ses exigences climatiques (Tableau 1), les caractéristiques autres que les précipitations ont constitué un seul groupe d'évaluation, celui de la température. Il comprend la température moyenne de la période de culture (novembre - janvier; décembre - février; janvier - mars) et la température moyenne minimale à la germination (novembre, décembre, janvier).

Tableau 1
Caractéristiques climatiques du pois mange - tout.

Caractéristique climatique	Classe climatique, Degré de limitation, Valeur paramétrique.					
	S ₁	S ₂	S ₃	N ₁	N ₂	
	0	1	2	3	4	
	100	95	85	60	40	25
Précipitations de la période de croissance (mm)	450-500	500-600	600-800	800-1000	-	> 1000
	450-400	400-350	350-300	300-200	-	< 200
Température moyenne de la période de croissance (°C)	17 - 18	18 - 20	20 - 23	23 - 25	-	> 25
	17 - 16	16 - 14	14 - 10	10 - 8	-	< 8
Température minimale moyenne à la germination (°C)	23 - 22	22 - 20	20 - 12	12 - 5	-	< 5
	23 - 24	24 - 26	26 - 28	28 - 30	-	> 30

Source: Sys *et al.* (7)

Les données de température utilisées dans cette évaluation découlent des régressions établies entre l'altitude de 27 stations météorologiques du Cameroun situées entre les latitudes 2° 00' N et 6° 00' N et les différentes valeurs de températures observées pendant la période de culture dans ces stations. Ces régressions nous permettront d'une part, d'évaluer le climat des hauts plateaux de l'Ouest vis-à-vis de cette culture à trois périodes de semis (novembre, décembre, janvier) et d'autre part, celui du site dans lequel s'est effectué l'essai à une altitude approximative de 1285 m par rapport au niveau de la mer.

Une valeur paramétrique est attribuée à chaque caractéristique du climat et un indice climatique, I_c calculé d'après Khiddir (3) suivant la formule 1

$$I_c = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots} \quad (1)$$

Où $R_{\min}$ = valeur paramétrique la plus petite et; A, B, ... = autres valeurs paramétriques. Le groupe température ayant été le seul considéré, I_c se réduit à la formule suivante :

$$I_c = R_{\min}$$

Si cet indice est compris entre 25 et 92,5; il sera ajusté d'après Sys *et al.* (7) par l'équation ci-dessous

$$I_{c(aj)} = 16,67 + 0,9 I_c$$

$I_{c(aj)}$ = Indice climatique ajusté, I_c = Indice climatique non ajusté. Par contre, les mêmes auteurs préconisent l'équation suivante lorsque $I_c < 25$.

$$I_{c(aj)} = 1,6 I_c$$

Les classes d'aptitude ont été définies dans le tableau 2.

Tableau 2
Indice (climatique ou de terre) des différentes classes d'aptitude

Indice	Classe d'aptitude
100 - 75	S ₁ : très apte
75 - 50	S ₂ : moyennement apte
50 - 25	S ₃ : marginalement apte
25 - 0	N* : Inapte

* L'inaptitude peut être potentielle N (indice : 25 - 15) ou permanente N₂ (indice : 15 - 0).

Evaluation de terre

Elle a été faite sur la base des caractéristiques indiquées dans le tableau 3 et du climat. L'essai a été conduit sur un andosol présentant un horizon A très épais (30 - 100 cm) reposant sur un B issu de l'altération d'un matériau ancien d'origine basaltique. Un prélèvement de sol dans l'horizon A a permis de définir en laboratoire, les caractéristiques physico-chimique du sol. La pente a été mesurée par un niveau, alors que les caractéristiques morphologiques liées au drainage et à l'inondation observée dans un profil en place. Des valeurs paramétriques ont été affectées à chaque caractéristique, y compris le climat et l'indice de terre I_T calculé suivant la formule 2 et classé conformément au tableau 2.

$$I_T = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots} \quad (2)$$

I_T = indice de la terre, $R_{\min}$ = valeur paramétrique minimale; et A, B, ... = autres valeurs paramétriques.

La classe d'aptitude correspondante à l'indice de terre est précédée d'une lettre montrant les facteurs les plus limitants: t, c, w, s, f, n indiquant respectivement les limitations dues à la topographie, climat, drainage, conditions physiques, fertilité et salinité.

Irrigation et érosion

Dispositif expérimental

Le site est divisé en deux blocs appartenant chacun à un requérant. Chaque bloc comporte 3 parcelles d'environ 400 m², occupée chacune par un des traitements (terrasse, gros billons, petits billons) choisis. Chaque parcelle comporte 4 sous-parcelles ayant reçu chacune une des deux fumures appliquées aux plantes comme indiqué en figure 1.

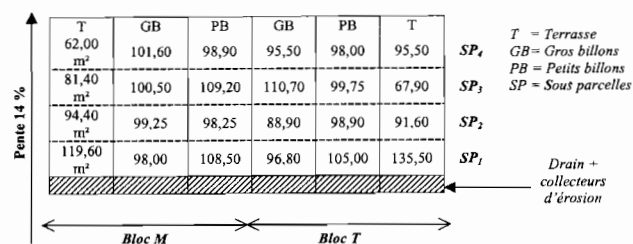


Figure 1 – Dispositif expérimental

Tableau 3 – Caractéristiques périodiques de *Pisum sativum* (7)

Caractéristiques de terre	Classe, degré de limitation et valeur paramétrique.						
	S ₁		S ₂	S ₃	N ₁	N ₂	
	0	1	2	3		4	
	100	95	85	60	40	25	0
Topographie(t) Pente (%)	0 – 1	1 – 2	2 – 4	4 – 6	---	>6	
Humidité (w) Inondation Drainage	F ₀ Bon Imparfait	– Modéré Modéré	– Imparfait Bon	F ₁ Pauvre et Aéré	– Pauvre mais drain	– Pauvre mais pas drain	
Caractéristiques physiques du sol (s) Texture*/structure	A < 60s AL, A ₀ L ₀ L, L ₀ A L ₀ AL, L	A > 60s, L A < 60v, AS LAS	A > 60v LS, SL SLf	SL ₀ , S ₁ S	–	A _m , AL _m	
Fragm. Grossiers (%vol)	0 – 3	3 – 15	15 – 35	35 – 55	–	>55	
Profondeur du sol	>100	100 – 75	75 – 60	60 – 40	–	<40	
CaCO ₃ (%)	0 – 6	6 – 15	15 – 25	25 – 35	–	>35	
Gypse	0 – 6	2 – 4	4 – 10	10 – 20	–	>20	
Caractéristiques de la fertilité du sol (f) CEC apparente [Cmol(+)/kg d'argile]	>24	24 – 16	<16 (-)	<16 (+)	–	–	
Saturation en bases (%)	>50	50 – 35	35 – 20	<20	–	–	
	>8	8 – 5	5 – 3,5	3,5 – 2	<2	–	
Somme des cations [Cmol(+)/kg de sol]	6,6 – 6,2	6,2 – 6,0	6,0 – 5,8	5,8 – 5,5	<5,5	–	
pH H ₂ O	6,6 – 7,0	7,0 – 7,5	7,5 – 8,0	8,0 – 8,2	–	>8,2	
	>2	2 – 1,2	1,2 – 0,8	<0,8	–	–	
Carbone organique (%)							
Salinité et alcalinité (n) Ece (ds/m)	0 – 1,5	1,5 – 2,5	2,5 – 3,5	3,5 – 6	–	>6	
ESP (%)	0 – 8	8 – 15	15 – 20	20 – 35	–	>25	

Description des traitements

Les terrasses ont été construites en utilisant une formule jamaïcaine compte tenu de la pluviométrie moyenne élevée (1700 - 1900 mm) dans la zone.

$$D = \frac{S \times W_b}{100 - S \times U}$$

D = dénivelée en m, S = pente en %, W_b = largeur de la plate-forme, U = tangente de la pente du talus prenant la valeur 0,75 pour un terrassement manuel (5). La plate-forme de la terrasse construite avec une pente de 1% a été aménagée en bassins de quelques m² comportant de petits sillons avec des crêtes espacées de 40 cm.

Les gros billons ont été mis en place par les requérants eux-mêmes et ont servi de traitement témoin. Ces billons sont disposés suivant une pente quelconque ; ils ont une largeur de 50 cm correspondant aussi à celle du sillon qui en plus a une pente moyenne estimée à 2%. Les petits billons ont été mis en place de manière que leurs sillons suivent une pente constante de 1%. Leurs crêtes sont espacées de 40 cm.

Méthode d'irrigation.

L'irrigation est gravitaire. L'emplacement des parcelles expérimentales (fin du canal de transport d'eau) et l'organisation des paysans dans l'utilisation de l'eau ne

nous ont permis d'irriguer les parcelles à débit constant que lorsque nous avons mis en marche une pompe autonome (43^{ème} jour après le semis). Le débit d'entrée lors du pompage d'eau est de 2,8 l/s dans les terrasses et les petits billons alors qu'il est de 1,6 l/s dans les parcelles de témoins à la demande des requérants. De même, la fréquence d'irrigation en dehors des parcelles témoins est de 4 jours et de 2 jours dans ces dernières. Dans les terrasses, l'eau est envoyée d'un bout à l'autre dans les petits billons, elle circule le long des sillons à une pente constante de 1% de manière à traverser la dernière plante de la parcelle pendant une durée de 6 mn, temps nécessaire pour appliquer 20 mm d'eau. Dans les parcelles témoins, les requérants font entrer l'eau dans les sillons en y mettant des cloisons, soit de terre ou soit de tôle amovibles, de manière à faire monter le niveau de l'eau dans les sillons. Une fois cette montée jugée suffisante, des plats sont utilisés pour asperger l'eau aux plantes dans les demi plates-formes des billons qui entourent le sillon. A la fin de l'aspersion, les cloisons sont déplacées de nouveau en moyenne 5 m plus loin.

Collecte des sédiments et des ruissellements

Chaque parcelle est entourée de tôles galvanisées et dispose vers sa partie la plus basse (dans le sens de la pente) d'un canal en fer (20 x 20 x 15 cm) qui rencontre perpendiculairement suivant une légère pente, un exé-

Tableau 4
Températures estimées du site d'essai

Cycle de culture	Régressions pour t° moy (°C) du cycle de culture	t° moy (°C) du cycle de culture à 1285 m	Régressions pour t° moy minimale au semis	t° moy minimale au semis à 1285 m
Novembre- janvier	$Ym^* = -220,100x^* + 5930,14$ $r = -0,931 \quad n = 27$	21,10	$Ym = -163,085x + 3729,42$ $R = -0,951 \quad n = 27$	14,99
Décembre-février	$Ym = -214,811x + 5877,219$ $r = -0,949 \quad n = 27$	21,38	$Ym = -128,256x + 3001,08$ $R = -0,882 \quad n = 27$	13,38
Janvier-mars	$Ym = -225,012x + 6209,447$ $r = -0,946 \quad n = 27$	21,89	$Ym = -124,978x + 2960,41$ $R = -0,876 \quad n = 27$	13,41

t° moy = température moyenne Ym = altitude en m x = température en degré C

Tableau 5
Indices climatiques des cycles de culture en contre saison

Cycle de culture	Pluviométrie (26 ans) (mm) (1)	t° moy (cycle) °C	Valeur Paramétrique de colonne 1	t° moy minimale mois de semis °C (2)	Valeur Paramétrique de colonne 2	Indice climatique
Novembre- janvier (N/J)	62,50	21,10	76	14,99	69	79
Décembre-février (D/F)	51,70	21,38	74	13,38	64	74
Janvier -mars (J/M)	161,80	21,89	69	13,41	64	74

cutoire placé en bout de parcelle du côté où s'écoulent les eaux d'irrigation. Ces deux canaux drainent les excès d'eau de ruissellement dans des cuves collectrices qui seront vidangées après chaque irrigation. Cette dernière opération permet de déterminer d'une part, l'ampleur des ruissellements (mm ou % par rapport à l'eau reçue dans la parcelle) et d'autre part, celle de la terre sèche érodée (t/ha) dans la parcelle.

Caractérisation physico - chimique des eaux et des sols.

Sols et sédiments: Cette caractérisation a porté sur la texture; le carbone organique (Walkey et Black); les pH (eau, KCl) dans un rapport 1/2,5; l'azote total par minéralisation et distillation; les bases échangeables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+); la CEC pH7 (méthode continue); le phosphore total et le phosphore assimilable (Bray 2); le potassium total; la densité apparente et la pierrosité du sol en volume.

Eau : La caractérisation a d'abord concerné les qualités de l'eau d'irrigation et celle des ruissellements du début des mesures d'érosion (43^{ème} jour après le semis) et la fin de la récolte (90^{ème} jour après le semis). Dans les eaux, les éléments dissous suivants ont été déterminés: Ca, Mg, K, Na, N et P total.

Ajustement de perte en terre.

Compte tenu de la construction des terrasses et des petits billons à une pente constante de 1%, les données relatives aux gros billons ont été ajustées à cette pente (1%) car un des requérants a construit ses sillons à 0,89% et l'autre à 2,60%. A partir des pentes enregistrées dans ces deux parcelles témoins, l'équation ci-dessous nous a permis de ramener les pertes en terres à 1% de pente pour permettre une comparaison aux autres traitements (terrasses et petits billons).

$$E = 1,303 P^{3,04}$$

E = perte en terre en t/ha et P = pente en %.

Analyses statistiques

L'effet de bloc s'étant montré non significatif ($p < 0,05$), une analyse de variance à un facteur a été faite pour tester les différents traitements (terrasses, gros billons, petits billons). La méthode de la plus petite différence significative nous a permis de comparer les moyennes des traitements. Les moyennes indexées d'une même lettre ne sont pas statistiquement différents ($p < 0,05$).

Résultats et discussions

Estimation des températures

Les valeurs estimées de température (Tableau 4) nous montrent que cette culture est climatiquement possible à 1285 m d'altitude, hauteur se rapprochant d'après Purselglove (4) à la limite de 1220 m en zone tropicale en deça de laquelle la productivité de la plante est médiocre. Pourtant la plante se développe bien entre 8° et 25°C (7) correspondant ainsi en fonction du cycle de production à une altitude de 428 à 2960 m entre les latitudes 2°00'N et 6°00'N au Cameroun. L'altitude des hauts plateaux de l'Ouest Cameroun variant de 1000 à 3000 m (8), cette culture y est possible si les apports d'eau sont optimaux en contre saison.

Evaluation climatique

Compte tenu de la durée de la saison sèche et de différents cycles de culture possible, il apparaît que le climat du site d'essai est variable (Tableau 5); très apte de novembre à janvier et moyennement apte de décembre à mars. En rapport aux apports d'eau par irrigation, le premier cycle (N/J) semble plus avantageux, commen-

çant à la fin de la saison pluvieuse au moment où la réserve d'eau du sol (100 mm) est encore présente et pourrait limiter ainsi le nombre d'irrigations au cours du premier mois de croissance des plantes. Les apports d'eau naturelles pendant la culture sont variables pour les trois cycles, bien que toutes disponibles à 60% avec une probabilité de 66% (2). Ils peuvent ainsi permettre un gain d'une à deux irrigations de 20 mm à la même probabilité aux deux premiers cycles (N/J, D/F) et cinq au troisième (J/M). En janvier - mars, 73% des apports naturels d'eau se font au moment de la récolte; si pendant ce cycle, le nombre d'irrigations diminue d'une part, d'autre part celui des traitements phytosanitaires, particulièrement des gousses exportables augmente pour maintenir leur qualité à l'exportation.

Evaluation de terre

Il ressort des caractéristiques de terre contenues dans le tableau 6 que les indices de terre correspondant aux trois cycles de culture possibles sont respectivement de 68; 63; 63 (Tableau 7). Ces indices indiquent donc que quelque soit la période en contre saison, le site d'essai est moyennement apte (S^{20t}) à la culture du pois mange-tout. Les facteurs limitants sont d'une part, la topographie qu'on peut modifier par des techniques culturales adaptées permettant d'améliorer l'efficacité de l'irrigation et de diminuer les risques de dégradation de terre, et d'autre part le climat qui demeure non changeable à la même altitude.

Système de labour et perte en terre.

Les données relatives à l'effet du système de labour sur la perte en terre sont indiquées dans le tableau 8. La construction des gros billons s'est faite visuellement par les requérants comme le font tous les paysans de la zone. La différence de pente relative à ce traitement et l'augmentation importante de perte en terre/ha/mm d'eau appliquée par rapport à la variation de pente suggèrent un besoin de formation des agriculteurs de la région dans la mise en place de ce système de préparation du sol. Une variation de pente du sillon dans les gros billons de 1,77% augmente la perte en terre/ha/mm d'eau appliquée de 33 fois. L'utilisation d'un cadre A (matériel moins onéreux) pour la détermination des courbes de niveau ou des pentes constantes très faibles est nécessaire. La comparaison de perte en terre par système de labour est indiquée dans le tableau 9.

Tableau 6
Valeurs paramétriques des caractéristiques du sol

Caractéristiques	Valeur	Valeur paramétrique
Topographie (t)		
- pente (%)	2*	85
Humidité (w)		
- Submersion	Fo	100
- Drainage	Bon	100
Caractéristiques physiques du sol (s)		
- Texture/structure		100
- Pierrosité (%)	6,11	92
- Profondeur (cm)	>100	100
- $CaCO_3$ (%)	0,00	100
- Gypse (%)	0,00	100
Caractéristiques chimiques du sol (f)		
- C.E.C. apparente (cmol) / kg d'argile	54,52	100
- Saturation en bases	49,50	95
- Somme des bases (cmol / kg de sol)	12,48	100
- pH eau	6,50	99
- Carbone organique (%)	4,15	100
Salinité et alcalinité (n)		
- EC (ds/m)	-	-
- ESP (%)	0,22	100

* Pente moyenne du sillon dans les gros billons observée chez les requérants.

Tableau 7
Indice de terre de différents cycles de culture du pois mange – tout

Cycle de culture	Indice du climat	Indice de terre
Novembre – janvier	79	68
Décembre – février	74	63
Janvier – mars	74	63

Tableau 8
Perte en terre et d'eau de ruissellement dans différents traitements entre le 43^{ème} et le 74^{ème} jour après le semis

Traitement	Nbre Irrigat.	Hauteur d'eau appliquée (mm)	Ruissellement		Perte en terre kg/ha	Pente des sillons (%)	Perte en terre kg/ha/mm d'eau appliquée (1)	Valeur ajustée de colonne 1
			mm	%				
Terrasse M	8	407,88	0,32	0,08	533	1,00	1,307	
Gros Billons M	15	290,80	0,12	0,04	219	0,83	0,753	1,332
Petits Billons M	8	474,19	37,46	7,90	6431	1,00	13,562	-
Gros Billons T	15	215,39	13,57	6,33	5322	2,60	24,824	1,332
Petits Billons T	8	481,86	29,35	6,09	4144	1,00	8,600	-
Terrasse T	8	358,05	3,20	0,89	1184	1,00	3,307	-

Tableau 9
Comparaison de l'influence de différents systèmes de labour
dans la perte en terre sous irrigation

Traitement	Répétition 1 kg/ha/mm	Répétition 2 kg/ha/mm	Moyenne kg/ha/mm
Terrasse	1,307	3,307	2,307 a
Gros Billons	1,332	1,332	1,332 a
Petits Billons	13,562	8,600	11,081 b

c.v. = 14 %

Les moyennes indexées d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes ($p < 0,05$).

Il se dégage que les pertes en terre des terrasses et gros billons sont comparables, mais statistiquement différents des petits billons. Bien que ces derniers soient plus facilement irrigables que les gros billons, ils présentent l'inconvénient de favoriser l'érosion dans ce type de sol. C'est ainsi que pour un apport d'eau optimal de 450 mm par cycle (7), on aurait respectivement pour les terrasses, gros billons, petits billons, des pertes estimées à 1038; 599; 4986 kg/ha de terre. Cette érosion peut-elle être considérée comme excessive par rapport à la durée du cycle de culture? Une analyse chimique donnant la composition moyenne des sédiments par traitement ainsi que celle de l'eau de ruissellement permet de ressortir en coût les pertes en N, P et K dans les tableaux 10 et 11.

Tableau 10
Valeur monétaire des éléments nutritifs contenus dans les sédiments

Traitement	Erosion estimée (kg/ha)	Perte totale (kg/ha)			Valeur monétaire (NPK en dollars US)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Terrasse	1038	2,47	1,67	0,85	3,5
Gros billons	599	1,59	1,09	0,34	2,1
Petits billons	4986	14,96	9,37	3,15	19,0

De ces tableaux, on observe que les quantités d'éléments nutritifs contenues dans les sédiments et les ruissellements sont en moyenne faibles et très faibles respectivement. Puisse cette situation justifier le point de vue de certains chercheurs qui pensent que l'érosion n'est pas un problème parce que quelques kg d'engrais suffiraient pour remplacer ce qui a été enlevé? Cepen-

dant, sur la base des normes américaines, une perte d'éléments nutritifs en coût de plus de 25 dollars US/ha/an est considérée excessive (1). On pourrait donc conclure en tenant compte de la durée du cycle de culture du pois mange-tout (3 mois) que la perte en terre dans les petits billons est excessive, alors que celle des autres traitements est tolérable.

Tableau 11
Valeur monétaire des éléments nutritifs contenus dans les eaux de ruissellement

Traitement	Erosion estimée (kg/ha)	Perte totale (kg/ha)			Valeur monétaire (NPK en dollars US)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Terrasse	2,07	0,80	232	206	0,16
Gros billons	0,41	0,02	12	82	0,07
Petits billons	31,46	21,40	1729	4919	2,39

Conclusions

L'environnement pédoclimatique dans lequel s'est déroulé l'essai est moyennement apte à la culture irriguée du pois mange - tout en contre saison. Compte tenu de l'incidence du coût de pompage éventuel de l'eau sur le prix de revient du kilogramme brut de ce haricot vert et de l'effet des pluies naturelles sur la protection des plantes et la qualité de récolte, la meilleure période de culture se situerait de novembre à janvier dans les hauts plateaux de l'Ouest Cameroun.

La pente du sol étant un facteur très important dans le processus d'irrigation, il conviendrait aux paysans qui veulent limiter la dégradation de leur terre et améliorer concomitamment l'efficacité des apports d'eau aux plantes, d'intégrer dans leurs pratiques, l'usage d'un équipement simple (par exemple: le cadre A) qui leur permettrait de tracer des pentes nulles ou très faibles au moment de la mise en place de leur système de labour.

L'utilisation des gros billons à une pente convenable produit des résultats comparables aux terrasses sur le plan de la perte en terre et éventuellement de celui des rendements. Mais les deux traitements se différencient par le fait que le premier nécessite plus de main-d'œuvre pour l'irrigation et les traitements phytosanitaires. Les petits billons ont montré une tendance à l'érosion excessive sur andosol pendant la période où l'essai s'est réalisé.

Références bibliographiques

- Arnoldus H. M. J., 1986 Predicting soil losses due to sheet and rill erosion. In F.A.O., Guidelines for water shed management. F.A.O., Rome.
- Ducret G., 1989. Probabilité des pluies à Dschang, Ouest Cameroun. Ecole Nationale Supérieure Agronomique. Centre Universitaire de Dschang, Cameroun.
- Khiddir S.M., 1986. A statistical approach in the use of parametric systems applied to the FAO framework for land evaluation. Ph.D. thesis, State University, Ghent, Belgium, 141 pp.
- Purseglove J.W., 1984. Tropical crops: dicotyledons, Longman, London.
- Sheng T.C., 1986. Protection of cultivated slopes Terracing steep slopes in humid regions. In FAO, Guidelines for watershed management. FAO, Rome.
- Sys C., 1985. Land Evaluation. 3 parts. General Administration of the Development Cooperation, Brussels, 352 p.
- Sys C., Van Ranst, E., Debaveye J. & Beernaert F., 1993. Land Evaluation part III. Crop requirements. Agricultural publications n°7. G.A.D.C. Belgium.
- Westphal E., Embrechts J., Mouzong B., Mbouemboue P. & Westphal Stevels J.M.C., 1981. L'agriculture autochtone au Cameroun. Landbouwhogeschool, Wageningen, The Netherlands.

A. Boukong, Camerounais, M. Sc., Enseignant, Département des Sciences du Sol, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang - Cameroun.

M.F. Fonteh, Camerounais, Ph. D. Enseignant, Chef Département du Génie Rural, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, BP. 447, Dschang, Cameroun.

M.C. Tankou, Camerounais, M. Sc., Enseignant, Département d'Agriculture, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang - Cameroun.

Performance compétitive de la filière dattes en Tunisie

M.S. Bachta* & L. Zaibet**

Keywords : Dates - Competitiveness-Competitive potential -Tunisia.

Résumé

Le secteur des dattes en Tunisie est orienté vers l'exportation. Toutefois, les performances compétitives de la Deglet Nour, produit d'exportation par excellence connaît des tendances vers la baisse depuis quelques années. Le présent article cherche à expliquer ce constat en appréciant le potentiel compétitif de ce secteur.

Summary

Competitive Performance of Tunisian Dates Sector
The dates sector in Tunisia has been oriented toward exports. However, the competitiveness of Deglet Nour, which is the main export dates product, has been declining over the years. This paper endeavors to explain such observation by exploring the competitive potential of the sector.

Introduction

Avec le début de ce siècle, le secteur des dattes en Tunisie a connu d'importantes transformations dont le contenu essentiel est la réorientation des compositions variétales vers la Deglet Nour.

Cette évolution observée a été confortée par un important programme public d'investissement conçu dans le cadre du Plan Directeur des Eaux du Sud. Les principales composantes de ce programme étant d'une part, la conversion des variétés communes en Deglet (20000 ha) pour que cette dernière représente 70% de l'effectif dans les anciennes plantations, et l'amélioration du régime hydrique de celles-ci et d'autre part la création de plantations de Deglet Nour (5000 ha) uniquement. Il est évident que cet effort d'investissement s'inscrit dans une politique de développement agricole visant à promouvoir la datte Deglet Nour en tant que produit d'exportation. Comme prolongement à cette politique, le Groupement Interprofessionnel de Dattes (4), fut créé en 1974. Sa mission première étant l'assistance technique des producteurs et la promotion des exportations des dattes. De plus, des capacités de conditionnement et de stockage ont été installées dans les zones de production.

De plus, en tant que membre de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC), la Tunisie entre dans le nouveau millénaire pour faire face à de nouvelles pratiques et règles de commercialisation laissant de moins en moins de place à l'Etat et aux entreprises étatiques. Les producteurs et les exportateurs auront à assurer la relève. En outre, la compétitivité hors prix va prendre plus d'ampleur dans ce nouvel environnement. Le présent document cherche à apprécier la compétitivité du secteur des dattes dans le nouveau contexte mondial d'échange caractérisé par les exigences de l'OMC. Le reste du texte est organisé en deux sections. Dans la

section suivante, on présentera un aperçu sur les nouvelles règles du commerce international des produits agroalimentaires. Puis, on tentera dans la section 3 d'apprécier la compétitivité du secteur des dattes qui sera conduite en deux étapes, conformément à la démarche proposée par Pitts *et al.* (5). Au cours de la première étape, il sera procédé à l'estimation de la performance compétitive de la filière dattes à travers le calcul du coefficient de l'avantage compétitif révélé; la seconde permettra d'apprécier le potentiel compétitif de l'organisation mise en place et ce à travers l'analyse de l'évolution des circuits de commercialisation des dattes et des stratégies des divers acteurs de la filière, compte tenu de la politique des prix mise en œuvre et de ses effets sur la distribution des revenus des dattes.

Le cycle de l'Uruguay: un aperçu

Le cycle de l'Uruguay (UR) a été conclu à Marrakech (Maroc) en 1994 et a conduit à la création de l'Organisation Mondiale du Commerce. Le système actuel a été développé après une série de cycles de négociations commerciales organisées sous les auspices du GATT. La dernière conférence ministérielle qui a eu lieu à Seattle, USA, est supposée lancer de nouvelles négociations, le cycle du nouveau millénaire. En particulier, l'agriculture devrait être concernée par les nouvelles dispositions du commerce international durant ce cycle et cela conformément à la matière 20 des accords du GATT. Le principal objectif de l'OMC est de favoriser autant que possible l'harmonie, la liberté, l'équité et la prévisibilité des échanges. A cet effet, les accords de l'UR portant sur l'agriculture peuvent être résumés dans les points suivants : (i) réduction des subventions à l'exportation et limitation du commerce d'Etat ainsi que des

* Institut National Agronomique, Tunis

**Sultan Qaboos University, Oman

Reçu le 29.09.00. et accepté pour publication le 18.01.01.

entreprises étatiques de commerce. Les effets de ces entreprises peuvent être assimilés à ceux des subventions accordées au secteur ou à ceux de mesures de dumping (6, 7) (ii) l'ouverture des marchés au libre échange et la non-discrimination entre pays membres de l'OMC. Cette ouverture sera assurée par la réduction des droits de douane et la conversion des mesures de protection non tarifaires en droits tarifaires (iii) la baisse du soutien interne aux produits agricoles. Les pays en développement vont disposer de mesures spéciales visant à accroître leurs possibilités commerciales et à mettre sur pied l'infrastructure nécessaire. Ces mesures spéciales font partie de ce qui est appelé les mesures de la "catégorie verte", mesures devant avoir une incidence minime sur le commerce. Et en fin, (iv) l'accord sur les mesures sanitaires et phytosanitaires devrait être contrôlé et ne pas utilisé comme barrière commerciale. Toute mesure touchant ce domaine doit être justifiée par des arguments scientifiques.

Ces nouvelles règles vont certainement avoir des implications sur la Tunisie et particulièrement sur le commerce des dattes tunisiennes. La Tunisie s'est engagée dans un programme de réforme pour se conformer aux accords de l'OMC. Ce programme comporte l'élimination des subventions, l'encouragement du libre échange et la privatisation des entreprises publiques. En contre partie, la Tunisie va bénéficier de l'ouverture des marchés et avoir plus d'opportunités de commerce extérieur. Mais, la Tunisie ne peut profiter de ces opportunités que lorsque certains problèmes sont résolus: la faible productivité, le décalage technologique, ainsi que la qualité des produits pour répondre aux exigences des consommateurs et aux règles d'importation (sanitaires et autres) sur les marchés extérieurs constituent l'essentiel des contraintes que la Tunisie aura à dépasser pour profiter du nouveau contexte du commerce international.

Appréciation de la compétitivité de la filière des dattes

Performance compétitive

Le coût en ressources domestiques (CRD) est souvent utilisé comme approximation de l'efficacité économique et de la compétitivité internationale des produits étudiés. La réalité des échanges internationaux ne confirme pas souvent les résultats prévus par les théories basées sur l'avantage comparatif et leurs multiples enrichissements (1). Balassa (1965 et 1977) tel que repris par Pitts & Lagnevik (5) a développé un indicateur calculable ex-post et à même de mesurer l'avantage comparatif réellement observé, c'est l'avantage comparatif révélé (ACR). Pour un pays, le ACR pour un produit donné représente la part du pays du marché international de ce produit divisé par la part de ce pays des échanges internationaux de tous les biens. Plus formellement, le ACR est donné par:

$$ACR = [(X_i/X_{iw}) / (X_m/X_{mw})] * 100$$

Où :

X_i : est la valeur des exportations du bien i à partir du pays considéré

X_{iw} : est la valeur des exportations du bien i à partir de tous les pays

X_m : la valeur de toutes les exportations du pays considéré

X_{mw} : la valeur de tous les échanges mondiaux.

La multiplication par cent du rapport des valeurs des échanges est opérée pour obtenir une meilleure présentation de l'indicateur. En effet, plus ce ratio est supérieur à 100 plus grand est l'avantage comparatif pour le pays considéré à produire le bien étudié.

L'inconvénient majeur de ce ACR est qu'il ne prend pas en compte les importations en vue de ne considérer que les exportations nettes (exportations - importations) du pays en ce qui concerne le bien étudié. Force est de constater que dans le cas des exportations tunisiennes des dattes, le biais dû à d'éventuelles importations est quasiment impossible. En effet, pour des raisons de protection phytosanitaire, notamment contre la maladie du Bayoudh toute entrée de produits du palmier est formellement interdite.

Le calcul du ACR des dattes tunisiennes sur la période allant de 1988 à 1996 montre l'existence d'avantages indéniables pour ces exportations, les valeurs de ces taux sont particulièrement élevés. Toutefois, on constate une tendance à la baisse qui a commencé depuis l'année 1991 et qui s'est prolongée jusqu'à la fin de la période d'analyse. Comparée à d'autres produits d'exportation d'origine agricole, la baisse observée au niveau des dattes est de loin la plus nette (Tableau 1).

Tableau 1
Avantage comparatif révélé de quelques produits agricoles

	Dattes	Agrumes	Huile d'olive
1988	41,700500	3,878318	81,571460
1989	38,041230	3,278040	63,824410
1990	35,461090	2,347741	48,025050
1991	37,555330	2,033040	76,826840
1992	33,431310	1,971441	72,969560
1993	30,842520	1,944012	64,957040
1994	30,009530	1,845217	82,754330
1995	24,392210	1,849938	84,175230
1996	19,693380	1,389177	30,206610

Source : Bachta *et al.* 1998 (3)

Doit-on déduire de cette évolution que le potentiel compétitif des dattes tunisiennes est en diminution? Si c'est le cas, quelles en sont les causes? Le contenu de la section suivante nous permettra de mieux comprendre cette évolution et d'apporter des éléments de réponse aux questions posées.

Potentiel compétitif

Cette partie cherche à apprécier le potentiel compétitif de la filière dattes, qui peut être à l'origine de la capacité compétitive de cette dernière. Cette appréciation devra nous permettre de comprendre la baisse observée de la performance compétitive. L'évolution de l'organisation de cette filière et des stratégies des principaux opérateurs y seront notamment abordées. Une attention particulière sera accordée à l'échelon de la

production qui semble subir une forte taxation résultant de la politique des prix en vigueur.

Evolution de l'organisation de la commercialisation des dattes

La commercialisation des dattes a connu trois principales étapes au cours de ce siècle.

- La première étape: Début du siècle jusqu'à la fin des années soixante

Cette étape s'étale jusqu'à la fin des années soixante. Elle est caractérisée par une production de dattes à assortiment variétal diversifié. L'autoconsommation et la demande locale sont encore relativement importantes. Les quantités exportées ne représentent qu'un faible pourcentage de la production. Une seule station de conditionnement (d'une capacité de 3000 tonnes) est installée. Les exportateurs sont peu nombreux.

- La deuxième étape: Début des années soixante-dix-début des années quatre-vingt-dix

La spécialisation dans la production de la variété Deglet est devenue une option officielle. L'essentiel des capacités de conditionnement et de stockage, soit environ 70% des capacités actuelles, a été mis en place durant cette deuxième période. L'exportation se trouve contrôlée par l'Administration. Une société nationale prend une part importante du marché à l'exportation durant cette période.

Les volumes exportés ont, en général, augmenté à la fois en termes absolu et relatif exprimés en pourcentage de la production. De leur côté, les prix au producteur et à l'exportation ont connu des taux de croissance appréciables. Cette évolution du commerce extérieur des dattes tunisiennes trouve ses origines dans la différenciation des produits à l'exportation (dattes naturelles, conditionnées et mise en emballage dans des paquets de différents) conjugué à une production mondiale en baisse passant de 450 000 tonnes en 1973 à 155 000 tonnes durant la période allant de 1974 à 1984. Il y a lieu aussi de noter le recul du marché local dans l'écoulement des dattes notamment la variété Deglet Nour.

- La troisième étape : Depuis le début des années quatre-vingt-dix jusqu'à présent

Au cours de cette période, la commercialisation des dattes se trouve caractérisée par une place de plus en plus importante accordée à l'exportateur privé. La stratégie de qualité se trouve confirmée. Des capacités additionnelles de conditionnement sont installées. La diversification des débouchés par la conquête de nouveaux marchés est considérée comme un élément de la stratégie à l'exportation.

Ces actions ont permis de situer la Tunisie comme l'un des pays qui arrive à écouler sa production de dattes à des prix relativement supérieurs à la moyenne des cours mondiaux observés. La Tunisie pratique donc une stratégie de compétitivité hors prix.

Malgré un marché mondial en croissance, les volumes exportés par la Tunisie ont globalement stagné au cours de cette période, les trois dernières années constituent une exception à ce niveau.

Les prix à l'exportation et au producteur ont, au cours de ces trois dernières années, si non régressés, du moins restés stables. Il est important de remarquer que les prix réellement perçus par les producteurs sont en deçà de ceux fixés par Les Pouvoirs Publics, annoncés comme des prix planchers.

Cette période III constitue donc l'aboutissement de l'évolution de la stratégie commerciale des dattes entamée depuis le début de ce siècle. L'évaluation de l'organisation et des performances de la commercialisation des dattes fait l'objet de la section suivante.

Evolution des rôles des principaux opérateurs

Il importe d'analyser l'évolution du rôle de chaque opérateur ainsi que des rapports qu'il entretient avec le reste des intervenants. Une telle analyse permettra d'identifier les stratégies d'adaptation de ces acteurs aux changements de leur environnement.

• Cas des producteurs

Les producteurs directs des dattes constituent une population socio-économiquement très hétérogène. Pour certains, l'agriculture oasisienne ne représente qu'un appoint de revenu. Pour d'autres, en revanche, elle procure l'essentiel des ressources financières à la disposition du ménage. Une minorité pratique le mode de faire valoir direct, le reste exploite leurs propriétés en association, le Khammessat, selon lequel l'ouvrier apporte sa force de travail et reçoit le cinquième de la valeur de la production de Deglet. Face à des augmentations des taux de salaire pratiqués dans la région, les Khammès ajustent leur équilibre par une révision à la baisse des volumes de travail qu'ils engagent au titre de cette association productive (2). Ces diminutions des volumes de travail engagées se font sans aucun recours à une autre source d'énergie. Elles se traduisent par des réductions des soins apportés aux plantations. La qualité de la production se trouve largement affectée par cette nouvelle conduite de la culture de Deglet Nour. D'autre part, ces producteurs n'interviennent plus dans la commercialisation de leurs productions et ont une connaissance de plus en plus imparfaite des marchés locaux et internationaux.

• Les collecteurs

La deuxième catégorie, les collecteurs, sont au nombre de 500 en moyenne par campagne. Ce nombre a été relativement stable depuis dix ans. Leur rôle premier consiste à acheter les dattes pour le compte des exportateurs. Le mode d'achat le plus pratiqué est l'achat sur pied.

• Les exportateurs

Enfin, les exportateurs jouent le rôle le plus important dans la commercialisation. Leur nombre a augmenté de 22 en 1989 à 33 exportateurs en 1998. Ils possèdent les capacités de conditionnement et de stockage des dattes. Ces exportateurs ne sont pas intégrés aux circuits de la distribution dans les pays importateurs. Ils sont dépendants des commandes que les importateurs habituels leur passent. Par ailleurs et d'une manière générale, les exportateurs n'ont pas une connaissance suffisante des réalités des oasis. Ils font, pour la pratique

Tableau 2
La matrice d'analyse de politique (PAM) des dattes au niveau du producteur¹

		Revenu	Coût des inputs échangeables	Coût des inputs non échangeables	Profit
1988	Prix Financier	518	103,9200	531,6480	-117,5680
	Prix économique	2 140	136,3200	704,6000	1 299,0800
	Transfert	-1 622	-32,4000	-172,9520	-1 416,6480
1989	Prix Financier	634	118,9600	592,2240	-77,1840
	Prix économique	2 277	155,1600	777,6000	1 344,2400
	Transfert	-1 643	-36,2000	-185,3760	-1 421,4240
1990	Prix Financier	582	134,0000	552,0000	-104,0000
	Prix économique	2 487	174,0000	816,2000	1 496,8000
	Transfert	-1 905	-40,0000	-264,2000	-1 600,8000
1991	Prix Financier	614	139,0400	568,1760	-93,2160
	Prix économique	2 508	180,8400	835,4000	1 491,7600
	Transfert	-1 894	-41,8000	-267,2240	-1 584,9760
1992	Prix Financier	753	142,4000	649,5600	-38,9600
	Prix économique	2 546	185,4000	893,2000	1 467,4000
	Transfert	-1 793	-43,0000	-243,6400	-1 506,3600
1993	Prix Financier	605	145,7600	558,7440	-99,5040
	Prix économique	2 576	189,9600	966,4000	1 419,6400
	Transfert	-1 971	-44,2000	-407,6560	-1 519,1440
1994	Prix Financier	759	149,1200	649,1280	-39,2480
	Prix économique	2 735	194,5200	1 039,6000	1 500,8800
	Transfert	-1 976	-45,4000	-390,4720	-1 540,1280
1995	Prix Financier	494	165,0000	480,6000	-151,6000
	Prix économique	2 792	214,5000	1 078,0000	1 499,5000
	Transfert	-2 298	-49,5000	-597,4000	-1 651,1000

(¹) : données se rapportant aux dattes naturelles. Source : Bachta *et al* (3)

des achats sur pied, appel aux services de collecteurs. Au terme de cette analyse qualitative, il est possible de constater que d'une part, les producteurs se trouvent dans des conditions qui réduisent leur marge de négociation avec les autres opérateurs notamment les Khammès et les collecteurs et que d'autre part, les exportateurs ont une maîtrise relativement limitée des marchés extérieurs. D'une manière générale, leur rôle se limite à satisfaire les demandes exprimées par les importateurs. Ces derniers ont une bonne maîtrise des circuits de distribution à l'intérieur des pays d'importation. Ils arrivent ainsi à capter l'essentiel de la valeur ajoutée globale, étant donnée que la matière première ne représente que près de 10% de la valeur, au détail, des produits alimentaires (1).

Taxation des producteurs induite par les politiques de prix

Pour aborder l'estimation des transferts observés au détriment de la sphère de production, les résultats issus d'une analyse effectuée (3) a permis d'apprécier les transferts dus à des politiques des prix en vigueur. Cette analyse a mis à profit la technique de la PAM. Cette dernière est basée essentiellement sur deux identités comptables.

- La première repose sur le fait que le profit est égal au revenu moins les coûts exprimés à la fois en termes économiques et financiers.
- La seconde consiste à mesurer la différence entre les valeurs observées et les niveaux qui pourraient exis-

ter si les divergences entre les prix sociaux et les prix privés seraient supprimés.

Les résultats de l'analyse de la PAM tels que consignés dans le tableau 2 montrent l'existence de divergences entre les valeurs exprimées en prix économiques et financiers, ce qui signifie que l'activité production des dattes est taxée. Ces résultats confirment l'état de dépendance des producteurs. Ils confirment les observations de terrain relatives à des situations de quasi-abondant d'exploitations situées dans des conditions naturelles peu propices (qualité des sols, position par rapport aux sources d'eau, etc). Toutefois, la production demeure, à la lumière de ces mêmes résultats, profitable d'un point de vue économique.

Conclusion

Le secteur des dattes a fait l'objet d'importants investissements consentis pour élargir et pérenniser les capacités de production. Des projets de réhabilitation et de création d'oasis ont représenté le contenu technique de ces efforts. Comme prolongement à ces investissements, l'installation de capacités de conditionnement et stockage des dattes a été décidé.

En matière d'organisation de la commercialisation des dattes, les circuits ont été simplifiés et standardisés. De nouveaux marchés sont fréquentés. Une différenciation des produits a été opérée élargissant ainsi la gamme des produits commercialisés, dattes naturelles, dattes conditionnées, diverses catégories d'emballage et de poids.

Ces réalisations ont permis d'accroître la production des dattes et de maintenir les exportations tunisiennes exprimées en tant que pourcentage de ces productions à des niveaux relativement stables.

Toutefois, l'augmentation des coûts de production des dattes notamment les charges d'eau d'irrigation et de main-d'oeuvre conjuguée à des prix au producteur qui n'ont pas cessé de baisser en termes nominaux au cours de ces trois dernières années se sont traduits par une rentabilité douteuse de la culture du palmier. De plus, la non-intégration des exportateurs aux circuits de la grande distribution dans les pays importateurs limite leur marge de manœuvre au niveau de la fixation des quantités à exporter et des prix à pratiquer. Dans ces

conditions, les exportateurs n'auront que des réponses faibles vis-à-vis des exigences des producteurs en matière d'accroissement des prix perçus.

L'amélioration de la rentabilité de la production des dattes paraît constituer un préalable au maintien de l'avantage compétitif de ces produits. L'adoption de nouvelles techniques de production et la mise en oeuvre d'innovation institutionnelle relative aux associations de production semblent les principales sources de cette amélioration. Par ailleurs, la poursuite de la stratégie commerciale consistant à diversifier les débouchés et à différencier les produits pour mieux s'adapter aux goûts des consommateurs constitue un élément de réponse à l'accroissement des exportations.

Références bibliographiques

1. Abbott P.C., 1998. Theoretical foundations versus empirical observation. Séminaire de l'Association européenne des Economistes Agricoles. Hollande Avril 21-23. pp 1-16
2. Bachta M.S., 1995. Les oasis du Jérid : exigence de répartition et induction de techniques de production. Collectif édité par l'IRMC - éditions Alif pp 315-326
3. Bachta M.S., M El Abassi & R. Ferktaji, 1998. Coûts en ressources domestiques et compétitivité des produits agricoles de la Tunisie. Papier présenté au séminaire organisé par l'association des anciens de Saragosse à Tunis 10 au 12 décembre 1998- non publié. pp 1-17.
4. GID, 1997. Rapports d'activités de l'année 1996. pp 1-33.
5. Pilts E. & Lagnevik M., 1998. Measuring food industry competitiveness. Séminaire de l'Association européenne des Economistes Agricoles. Hollande Avril 21-23.
6. Schmitz A., H. Furtan & K. Baylis, 1999. The State trading and the upcoming WTO discussions. Choices (AAEA) second quarter pp: 31-33.
7. Tweeten L., 1992. Agricultural trade: Principles and policies. Boulder, Colorado, USA: Westview Press. Chap 9, pp: 205-232.

M. S. Bachta, Tunisien, Ingénieur Agronome, Spécialisation en Economie rurale (INAT), Dr. en Sciences Agronomiques-option économie rurale à la KUL. Institut National Agronomique, Tunis.

L. Zaibet, Tunisien, Ingénieur Agronome, Spécialisation en Economie rurale (INAT), Dr. of Philosophy Agricultural Economics Université de Missouri. Sultan Qaboos University. Oman.

Factors Influencing the Spread of Cooking Banana Processing Methods in Nigeria

M. Tshiunza*, I. J. Lemchi** & Uloma Onyeka **

Keywords: Cooking bananas- Diffusion- Determinants- Processing methods- Nigeria

Summary

*In collaboration with Shell and Agip Oil companies, the International Institute of Tropical Agriculture carried out a training campaign on the methods of processing cooking bananas (*Musa ssp.*, ABB genome) among farmers in Southeast Nigeria. This study examined the factors that have influenced the spread of the processing knowledge from farmers who were initially trained by the institutions. Data were collected from a random sample of 232 respondents using structured questionnaire. Results show that about 47% of farmers who initially received training from institutions on cooking banana processing methods have taught an average of 3 processing methods to about 5 other people. This diffusion level is considered encouraging realising that the crop was entirely new to the people. Among the variables that were significant in shaping the decisions of the respondents regarding spread or non-spread of the processing methods are the level of educational attainment, primary occupation, social status, intensity of training received on cooking banana processing methods, and the degree of adoption of the processing methods.*

Résumé

Facteurs influençant la diffusion des méthodes de transformation des bananes à cuire au Nigeria

En collaboration avec les compagnies pétrolières Shell et Agip, l'Institut International d'Agriculture Tropicale avait organisé une campagne de formation des paysans du sud-est du Nigeria sur les méthodes de transformation des bananes à cuire. Cette étude est une évaluation du succès de cette campagne en termes de diffusion de la connaissance des méthodes de transformation parmi la population locale. A cet effet, une enquête fut menée auprès de 232 paysans choisis au hasard parmi ceux qui avaient été formés précédemment. Les résultats de l'étude indiquent que 47% des paysans qui avaient été formés ont, en moyenne, enseigné 3 méthodes à environ 5 autres personnes. Les facteurs les plus déterminants dans la transmission des méthodes d'un paysan à l'autre sont le degré d'instruction du paysan, son occupation principale, son statut social, l'intensité de la formation reçue sur les méthodes de transformation ainsi que le degré d'adoption de celles-ci.

Introduction

Cooking bananas (*Musa spp.*, ABB genome) were introduced into Southeast Nigeria from Asia by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) in the mid-1980s (9). It was meant to serve as a stop-gap strategy in combating the incidence of black sigatoka disease on plantain. Black sigatoka is a fungal leaf spot disease that has suddenly posed a major threat to plantain production in sub-Saharan Africa, reducing yield by 30-50% (14), and in more severe cases, leading to total crop failure. Plantain is among the important food crops in the region, and serves as one of the major staples to about 70 million people. In addition, it constitutes an important source of farm income, particularly for small-holder farmers (7). Apart from being resistant to black sigatoka, disease cooking bananas possess other important attributes, including lodging resistance, drought tolerance, early ratooning capacity, and high bunch yield. Above all, cooking banana has the poten-

tial of surviving in areas where plantain and sweet bananas do not, due to their hardiness (16).

On introduction, cooking banana plantlets were rapidly multiplied by *in-vitro* techniques (18) and distributed directly to farmers, or indirectly through non-governmental institutions including States 'Ministry of Agriculture and Agricultural Development Programm, the Shell Petroleum Development Corporation (SPDC) and the Nigeria Agip Oil Company (NAOC).

Results of preliminary studies by Ferris *et al.* (8) and Akele (1) showed that cooking bananas were rejected by farmers. Their reason was the lack of knowledge on how to utilise the cooking banana fruits. Farmers expected cooking bananas to have similar quality characteristics with plantains. Some mistook the cooking banana for dessert banana as the fruit looked like local banana, though fatter. Cooking banana fruits are quite different from plantains in their morphology, physical

* International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

** Federal University of Technology, Owerri, Nigeria.

Received on 11. 01. 01 and accepted for publication on 20. 04. 01

characteristics (fingers size/form, pulp-to-peel ratio, dry matter, etc.), pulp carbohydrate composition (starch and sugar) and pulp texture or firmness of the pulp (3). As a result, cooking bananas have different post-harvest quality characteristics (durability and palatability) compared with plantains. To address this new development, IITA, in collaboration with SPDC and NAOC developed and transferred to consumers and farmers a number of cooking banana processing methods through training workshops and seminars, agricultural shows, food exhibitions, farmers' days and demonstrations.

Since the introduction of these methods to farmers and consumers, no effort has been made to evaluate the success of the training exercise. One of the ways of determining the success of an innovation is to assess the level and rate at which such an innovation spreads among the target population / area (6). Tshiunza *et al.* (17) found that an average of 3 processing methods were adopted by almost half of the farmers who were initially trained; but they did not investigate the spread of the processing methods among the population.

This study examines the spread of cooking banana processing methods among farmers and consumers in Southeast Nigeria. Specifically, the objectives of the study are to assess the level and intensity of diffusion of cooking banana processing methods among the farmers and consumers, as well as to establish the forces that might have influenced the diffusion process.

Methodology

Sampling and data collection procedures

The training was carried out among eleven farmer groups/co-operatives. In each group, a list of members who took part in the training was compiled; and a total of 232 respondents were randomly selected. A structured questionnaire was designed and used in the collection of respondent- and technology- related information. Respondent-related information includes age, household status, household size, education attainment, primary occupation, and its social status. Also considered relevant to respondent information is the number of forms of processing cooking banana and plantain, as well as the intensity of cooking banana consumption in the household. Technology-related information were the number of training sessions attended on cooking banana processing methods, the practice or no practice of any of the processing methods taught to the respondent, and the number of processing methods adopted. Information were also obtained on the number of good attributes of the cooking banana products, the proportion of cooking banana products sold in the market, as well as the availability of processed plantain products in the market. Data collection lasted from May 1998 to February 1999. Analysis of data was based on descriptive statistics such as percentages, frequencies and means, while tables were used in presenting results. Factors influencing the spread of cooking banana processing techniques were assessed by means of regression analysis, using the Probit/Logit model.

Definition of terms

Processing method

Processing method (recipe) is a sequence of activities carried out in order to bring an agricultural / food product from one form (inferior) to another form (superior) desired by consumers. 'Bluggoe', and 'Cardaba' and 'Fougamou' were the predominant types of cooking bananas found in the surveyed area.

Diffusion of cooking banana processing method

The diffusion of cooking banana processing method is the teaching of one of several cooking banana processing methods to one or more individuals by the people who were initially trained by the institutions. The level of diffusion is the proportion of the respondents who had taught at least one person, while the number of people and processing methods taught measures the intensity of diffusion.

The diffusion model

The theoretical model

The decision of the respondents regarding the diffusion or non-diffusion of the processing methods yield a qualitative dependent variable, and thus its analysis was based on the probit (the standard cumulative distribution function) and logistic (from logit) models. These are popular functional forms usually used in explaining farmers' adoption and diffusion decisions (5, 19). The two models were applied in this study in determining forces that influenced the respondents'/farmers' decisions regarding the diffusion or spread of cooking banana processing methods. Following Aldrich and Nelson (2), the probit model is given by:

$$Y_i^* = F(X_i^* \beta) = \int_{-a}^{(X_i^* \beta)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-s^2/2) ds \dots (I)$$

$$\text{For } -a < (X_i^* \beta) < a$$

Where: Y_i^* is the probability that the i^{th} farmer/consumer diffuses cooking banana processing method, while X is the $n \times k$ matrix of explanatory variables. β is the $k \times 1$ vector of parameters to be estimated; while s is a random variable distributed as a standard normal deviate, i.e., s is $N(0, 1)$. In other words, the probability of a positive decision ($Y_i = 1$) is the area under the standard normal curve between $-\alpha$ and $X_i^* \beta$. According to Zegeye (19), the larger the value of $X_i^* \beta$, the more likely diffusion is to take place. The parameters of the probit model are estimated through the maximum likelihood methods as follows:

$$L = \prod_{i=1}^n [F(X_i^* \beta)]^{Y_i} [1 - F(X_i^* \beta)]^{1-Y_i} \dots (II)$$

where; L is the likelihood function; and n is the number of observations.

The logistic distribution (of logit) is closely associated with the standard normal cumulative function of the probit. According to Aldrich and Nelson (2), the generalized logistic distribution function of the logit model is:

$$L = F(X_i'\beta) = \frac{\exp(X_i'\beta)}{1 + \exp(X_i'\beta)} \dots \dots \dots (III)$$

where Y_i^* represents the probability that the farmer decides to spread or diffuse any of the cooking banana processing methods to others, given certain knowledge of X_i , the explanatory variables. From Aldrich and Nelson (2), the corresponding maximum likelihood function L for the estimation of parameters under the logit model is:

$$L = \prod_{i=1}^n \left[\frac{\exp(X_i'\beta)}{1 + \exp(X_i'\beta)} \right]^{Y_i^*} \left[\frac{1}{1 + \exp(X_i'\beta)} \right]^{1-Y_i^*} \dots \dots (IV)$$

Where n is the number of observations.

The significance of the individual coefficients is tested by the ratio of the estimated coefficient and its corresponding standard error (asymptotic t-value). The significance or fit of all or a subset of the coefficients is assessed through the log likelihood ratio test (LRT), which is the Chi-square distributed with k degrees of freedom, where k is the number of parameters in the model less the constant (19), calculated thus:

$$LRT = -2\log\lambda = -2(\log L_{\min} - \log L_{\max}) \quad (V)$$

where: $L_{\min}$ = log likelihood value for the constant only, and

$L_{\max}$ = log likelihood when all variables are included

There is positive relationship between the dependent variable and the explanatory variables if the value of the statistic exceeds the chosen critical value (2). An easy and most useful way of interpreting the logit model, however, is the odd ratios (11). In this case, it defines the probability of diffusion relative to non-diffusion, which, according to Burton *et al.* (5), is given by:

$$\frac{Y_i^*}{1 - Y_i^*} = \exp(X_i'\beta) \quad (VI)$$

Polson and Spencer (13) noted that either the probit or the logit model is valid because neither dominated the other on purely statistical ground. Liao (11) also pointed out that one could move from one set of estimations to the other. He noted that if one multiplies a probit estimate by a factor, one gets an approximate value of the corresponding logit estimate. This factor, according to Aldrich and Nelson (2) is believed to be $p/\sqrt{3} = 1.814$; while Ameniya (4) proposed a trial and error value of 1.6. Commenting, Manyong *et al.* (13) remarked that despite slight differences in coefficients, probit and logit models can be substituted for each other since they lead to the same recommendations. Liao (11), however, pointed out that in cases with an extremely large number of observations and with a heavy concentration of

observations in the tails of the distribution, logistic models are more appropriate.

The empirical model

Decisions of - or factors influencing- the respondents on whether or not to teach others the knowledge acquired on processing methods were regressed on respondent- and technology- related variables; these variables are defined and presented in Table 1.

Respondent-related variables include age (AGE), household status (HHEAD), number of years of formal education (FEDUC), the primary occupation (OCCUP), household size (HHSIZE), as well as the social status (SSTATUS) of the respondent. Also considered relevant to household variables are the intensity of cooking banana consumption in the household (NUMEATCB), the number of forms of processing cooking banana (TOTALCB) and plantain (TOTALPL). The respective *a priori* expectations of the above variables on the probability of the respondent to teach others any of the processing methods are discussed below. Older and household-head respondents usually have more relations and acquaintances, and thus a greater probability to have more requests and to teach the methods to others. Because of the large number of their members, larger households are also likely to have more relations and friends, and thus greater chances to have more people seeking knowledge on processing methods from them than small-sized households. Educated respondents are likely to diffuse more than non-educated ones; they usually have better understanding of the processing methods and hence more technical skill than non-educated ones; this gives them more confidence and more ability to teach others. Farming, as primary occupation, is expected to negatively affect the decision of spreading the innovation. The majority of farmers are less literate and poor; in most cases, they lack the technical and material requirements to apply some of the processing techniques, thereby limiting their ability to teach others. In the rural communities, most of the titled men/women (e.g. Chiefs, Lolos, Nzes, etc.) normally belong to one or more socio-cultural groupings, they are therefore likely to have more friends and relationships. In most cases, titled men and women are educated and very influent. Titled respondents are therefore expected to spread more the innovation than non-titled. Where respondents have many forms of consuming plantain or cooking banana, the probability of teaching others any of the cooking banana processing methods is expected to be high. The practice by respondents of most of the methods increases the opportunity for others to get exposed to (and get aware of) such innovation. Exposition of people to innovation is of great importance in the adoption / diffusion process. Likewise, the intensity of consuming cooking banana in the household is also likely to increase the probability for others to get aware of- get exposed to- the processing methods.

Technology-related variables include the attendance at agricultural training (TRAINED), the number of training sessions attended by the respondent on processing methods (TRAINING), the number of processing methods adopted by the respondent (NOPREPRD), the practice or no practice of processing methods taught to the respondent (NOTPREP), as well as the number of good attributes of the cooking banana products (ASS-

Table 1
Definition of variables specified in the regression function of the determinants of diffusion of cooking banana processing methods in Nigeria

Variables	Type	Description
Dependent variables		
SPREAD	Binary	Diffusion of cooking banana processing method: 1 (yes) if respondent has taught another person any of the processing methods on which training was received; 0 (no) otherwise
Explanatory variables		
Respondent-related		
AGE	Continuous	Age of respondent (years)
HHEAD	Binary	1, if respondent is head of the household; else 0
FEDUC	Continuous	Level of education (No. of years spent in formal education by respondent)
OCCUP	Binary	Respondent's primary occupation: 1, if farming; else 0
HHSIZE	Continuous	Respondent's household's size (No. of people eating from the same pot)
SSTATUS	Binary	Social status: 1, if respondent is titled; else 0
Technology-related		
NUMEATCB	Continuous	No. of times household has eaten cooking banana in last one month
TOTALCB	Continuous	No. of forms cooking banana is mostly eaten by the household
TOTALPL	Continuous	No. of forms plantain is mostly eaten by the household
TRAINED	Binary	1, if respondent received training on cooking banana processing methods; 0 otherwise
TRAINING	Continuous	No. of times respondent received training on cooking banana processing methods
NOPREPRD	Continuous	No. of cooking banana processing methods adopted
NOTPREP	Binary	1, if respondent has not practiced any of the processing methods at all; else 0
ASSGOOD	Continuous	No. of attributes of cooking banana processing methods assessed as good
COMPLPDT	Binary	1, if aware of any plantain product produced commercially; else 0
PROPCBMK	Proportion	Proportion of produced cooking banana products sold (parts out of ten)

NO. = number

GOOD) according to farmers' assessment. Information was also obtained on the proportion of cooking banana products sold in the market (PROPCBMK), as well as the availability of processed plantain products in the market (COMPLPDT). The respective a priori expectations of the above variables on the probability of the respondent to teach others any of the processing methods are discussed below. Receipt of extension training on new technologies (and its intensity) is known to impact positively on their adoption and diffusion (19). Apart from enabling the recipients be at home with the knowledge, attendance at such training and meetings enables the recipients to have access to more information concerning the need to spread such knowledge and ideas to others. The application of an innovation is, among other things, a demonstration of satisfaction derived from such innovation by adopters, which, naturally is expected to arouse the interest of others, attract them and induce their demand. In the same line, the number of processing methods adopted (adoption is the practice, at least twice, of one or several cooking banana processing methods that were previously taught) is also expected to increase the probability to teach others. An innovation with good market opportunities is usually associated with a high level and intensity of adoption (6); and most probably will have the potential of increasing the demand for and spread of information on it. Where there is potential for the commercial production of plantain products, the demand for knowledge in the processing methods of cooking banana is likely to increase; cooking banana is cheaper and able to complement plantain in the preparation of many products.

Results and discussion

Level and intensity of spread of processing methods

One hundred and eight people out of two hundred and thirty two interviewees (about 47%) have taught other people one or more of the methods on which they received training. In other words, almost half of the respondents have been able to spread the innovation to others. All together, the respondents have taught 519 people (Table 2).

Table 2
Distribution of respondents by number of people taught cooking banana processing methods

Number of people taught	Distribution of respondents	
	Number	Percentage
1 - 2	45	41.7
3 - 4	21	19.4
5 - 6	20	18.5
7 - 8	7	6.5
>10	9	8.3
10	6	5.6
Total	108	519
Range = 1 - 40		
Mean = 4.8		
Std = 5.3		

This implies that every respondent who was initially taught by the institutions had taught an average of 2 other people; this average is obtained by dividing the number of people taught (519) by the total number of

respondents (232). Among the diffusers (the diffusers are respondents who have taught others) alone, the figure is 5 (519 divided by 108). This represents a relatively high diffusion rate. In a study of *Mucuna* fallow diffusion in Southern Benin Republic, Manyong *et al.* (12) obtained a ratio of 7 new farmers for every single farmer reached by Sasakawa Global 2000, which they attributed to the important role of farmer-to-farmer horizontal information spread network. Farmer-to-farmer information exchange networks play a crucial role in technology spread among the target group. The number of processing methods taught to other people by the respondents ranged from 1 to 6 with a mean of 3 (Table 3).

The number of processing methods taught to other people is closely related to the average number of methods adopted by the respondents; the number adopted ranged from 1 to 7 with a mean of 3 (Table 4). Farmers are more likely to spread information on innovations they have applied and which gave positive results. In other words, farmers and consumers are not likely to spread to others, information on processing method(s) they have not practiced, or unfamiliar with.

Table 3
Distribution of respondents by number of cooking banana processing methods taught to other people

Number of methods taught	Distribution of respondents	
	Number	Percentage
1	19	17.9
2	25	23.6
3	38	35.8
4	15	14.2
5	6	5.7
6	3	2.8
Mean = 2.7	—	—
Std = 1.2	—	—
Total	106	—

Table 4
Percentage distribution of adopters by number of processing methods adopted

Number of methods adopted	Distribution of respondents	
	% of adopters	Cumulative %
1	20.7	20.7
2	25.0	45.7
3	22.6	68.3
4	17.1	85.4
5	7.9	93.3
6	6.1	99.4
7	0.6	100.0
Mean = 3		

Source: Tshiunza *et al.* (17)

Determinants of diffusion

The variables together explained about 46% of the variations in the probability of respondent's decisions

regarding the spread of cooking banana processing knowledge, with about 88% of right prediction (Table 5). The likelihood ratio test is significantly high, denoting that the variables as a whole strongly influenced the respondent's decision regarding whether to teach other people the processing method(s) or not. However, only 7 variables have strong influence on the probability of spreading the information to others by the respondent (Table 5). They are presented below.

As expected, the level of educational attainment (FEDUC) has a significant and positive relationship with the probability of spreading the knowledge to other farmers/consumers by the respondents. Most authors have reported a strong and positive relationship between the level of educational attainment and adoption / diffusion decisions of farmers (3, 19). Education enhances the farmer's ability to be at home with the information and to spread it to others. The probability of spreading processing knowledge is significantly negative where farming is the primary occupation (OCCUP) of the respondent. In most cases, the practice and adoption of post-harvest innovations usually require a certain degree of literacy; as a result most farmers who are less literate tend to show less enthusiasm towards post-harvest innovations compared to innovations concerning primary production. The probability of teaching any of the methods to others is positively significant with titled respondents (SSTATUS). Most of the titled men and women (e.g. Chiefs/Lolos, Nzes, etc.) in Nigerian rural areas normally have more friends and relationships. In many instances, people look up to them for new ideas and innovations, and their opinions are capable of affecting positively the choice of many farmers/consumers in the area. The theory of demonstration effect in economic development (10) can help in explaining this. When people see their friends/relations of same or higher social standing applying a particular innovation or technology, such people tend to emulate them and thus seek for ideas or instruction regarding the technology. As expected, the probability of spreading the information to others is positive when the respondents are processing cooking banana in more forms (TOTALCB). Using cooking banana in many forms increases the chances of observation by others, which may arouse their interest and demand. On the contrary, where respondents have many forms of consuming plantain (TOTALPB), the probability of teaching others any of the cooking banana processing methods is significantly negative. This may arise from the fact that such respondents may not be practicing most of the methods taught on cooking banana thereby limiting the opportunity for others to get aware of such innovation from them. The intensity of training received (TRAINING) has a positive and significant effect on the decision of the respondents to spread the information to others. Attendance at several training sessions enables the respondents to be familiar with the different steps and ingredients involved in the different processing methods, and hence their ability to teach others. The number of processing methods adopted (NOPREPRD) by the respondent has a strong and positive impact on the probability of teaching other people any of the processing methods. This is in line with *a priori* expectation. Increased adoption of new technologies by farmers is known to impact positively on their spread. This is because an increase in the application of new ideas and

Table 5
Parameter estimates (based on probit and logit/logistic models) of the determinants of spread of cooking banana processing methods

Explanatory variables	Coefficients/odd ratios			
	Probit		Logit	
	Full model	Step-wise	Full model	Step-wise
Intercept	-0.364 (-0.384)	-0.365 (-0.581)	—	—
AGE	-0.008 (-0.562)	—	0.985 (-0.584)	—
HHEAD	-0.273 (-0.770)	—	0.600 (-0.823)	—
FEDUC	0.043 (1.113)	0.061 (1.756)*	1.063 (0.859)	—
OCCUP	-1.126 (-2.514)***	-1.143 (-2.673)***	0.142 (-2.488)***	0.192 (-2.609)***
HHSIZE	0.050 (0.906)	—	1.105 (0.957)	—
SSTATUS	0.658 (1.895)*	0.683 (2.158)**	3.320 (1.803)*	3.842 (2.337)**
NUMEATCB	-0.005 (-0.253)	—	0.985 (-0.437)	—
TOTALCB	0.076 (0.940)	—	1.149 (0.975)	1.190 (1.622)*
TOTALPL	-0.214 (-2.173)**	-0.187 (-2.121)**	0.691 (-2.132)**	0.869 (-1.318)
TRAINED	0.179 (1.295)	0.169 (1.459)	1.343 (1.137)	—
TRAINING	0.322 (1.566)	0.331 (1.651)*	1.912 (1.624)*	2.154 (2.112)**
NOPREPRD	0.494 (3.777)***	0.499 (4.638)***	2.333 (3.513)***	2.340 (4.305)***
NOTPREP	-0.036 (-0.080)	—	0.949 (-0.066)	—
COMPLPDT	0.567 (1.246)	0.550 (1.338)	2.792 (1.284)	—
ASSGOOD	-0.006 (-0.085)	—	1.013 (0.356)	—
PROPCBMK	0.004 (0.171)	—	0.974 (-0.239)	—
Statistics:				
No. of observations	137.000	137.000	137.000	137.000
Chi ²	79.440	75.420	79.930	65.820
Prob > Chi ²	0.000	0.000	0.000	0.380
Pseudo R ²	0.460	0.430	0.460	0.000
Log likelihood	-47.014	-49.025	-46.766	-53.823
% of right prediction	—	—	87.480	—
Area of right prediction	—	—	0.911	—

Note: Values in parenthesis = t-ratio equivalents; *** significant at $P < 0.01$; ** significant at $0.01 < P < 0.05$; * significant at $0.05 < P < 0.10$

innovations by farmers arouses the interest of others, which most probably induces their demand for them. Again, the increased application of an innovation is, among other things, a demonstration of satisfaction derived from such innovation by adopters, which, naturally is expected to attract others.

Summary and recommendations

In order to encourage the consumption of cooking banana and sustain its adoption within the Nigerian

farming system, IITA, in collaboration with other institutions, organized a training campaign on its processing methods. This study is an assessment of the success of the training exercise in terms of spread of the processing knowledge among farmers. Results of the study show that knowledge on cooking banana processing methods has spread from about 47% of the respondents; each of them has taught about 3 processing methods to about 5 other people. This is encouraging taking note that cooking banana was entirely a new crop to the people. Regression results show that the level of

educational attainment, primary occupation, social status, number of forms of consuming cooking banana and plantain, intensity of training received, and degree of adoption of the processing methods by the respondents are the most significant variables influencing the spread of the processing methods. The study recommends to take into account the educational attainment of the individuals through which the innovation is initially introduced as this has the potential of strongly impacting on its final spread. The organization of – and the attendance by individuals at – several training sessions is

also recommended; attendance at several training sessions enables participants to be familiar with the various aspects involved in each processing method and therefore increases the chances of their adoption and spread. The inclusion of “titled men / women” and middlemen (processors) among the individuals to be trained is also of great importance for increased spread of the innovation. Most people who engage in post-harvest activities are not primary producers, but rather, middlemen.

Literature

1. Akele S.A., 1996. Green River Project (GRP) of Nigeria Agip Oil Co. In *Plantain and Banana: Production and Research in West and Central Africa*. Ortiz R. & Akoroda M.O. (Eds). IITA, Ibadan, Nigeria. pp. 65-66.
2. Aldrich J.H. & Nelson F.D., 1984. *Linear Probability, Logit and Probit Models*. Sage Publications Inc., California, U.S.A.
3. Amara N., Traoré N., Landry R. & Romain R., 1999. Technical efficiency and farmers' attitudes towards technology innovation: the case of the potato farmers in Quebec. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 47 (1): 31-43.
4. Ameniya T., 1981. Qualitative response models: a survey. *Journal of Economic Literature* 19: 1483-1536.
5. Burton M., Rigby D. & Young T., 1999. Analysis of the determinants of adoption of organic horticultural techniques in the UK. *Journal of Agricultural Economics* 50 (1): 47-63.
6. CIMMYT Economic Program, 1993. *The Adoption of Agricultural Technology: A Guide for Survey Design*. CIMMYT, Mexico D.F.
7. Dorosh P., 1988. Economics of production and utilisation of plantains in Africa. IITA, Ibadan, Nigeria. 15 p.
8. Ferris R.S.B., Adeniji T., Chukwu U., Akalumhe Y.O., Vuylsteke D. & Ortiz R., 1996. Postharvest quality of plantains and cooking bananas. pp 15 – 21. In: *Plantain and Banana: Production and research in West and Central Africa*. Ortiz R. & Akoroda M.O. (Eds), IITA, Ibadan, Nigeria. pp 15- 21.
9. Hans S.K., Vuylsteke D., & Swennen R., 1990. First reactions to ABB cooking bananas distributed in Southeastern Nigeria. Pp. 306 – 315 In: Fullerton R.S & Stover R.H. (Eds), *Sigatoka leaf spot disease of bananas: Proceedings of an international workshop held at San Jose, Costa Rica, 28th March – 1st April 1989*. INIBAP, Montpellier, France.
10. Jhingan M. L., 1978. The economics of development and planning with special reference to India. Vikas, Delhi, India. 564 p.
11. Liao T.F., 1994. *Interpreting Probability Models: Logit, Probit and other Generalized Linear Models*. Sage Publications Inc., California, U.S.A.
12. Manyong V.M., Houndékon V.A., Sanginga P.C., Vissoh P. & Honlonkou, A.N., 1999. *Mucuna fallow* diffusion in Southern Benin. *Impact*. IITA, Ibadan, Nigeria.
13. Manyong V.M., Houndékon A.V., Gogan V., Versteeg M.N. & van der Pol F., 1996. Determinants of adoption of a resource management technology: the case of *Mucuna* in Benin Republic. pp. 86 – 93. In: *Advances in Agricultural and Biological Environment Engineering*, Senwen Z. & Yunlong W. (Eds). Proceedings of a Conference (ICABE), Beijing, 15- 19 August 1996. China Agriculture University Press, Beijing, China. pp. 86- 93.
14. Mobambo K. N., Gauhi F., Vuylsteke D., Ortiz R., Pasberg C. & Swennen R., 1993. Yield loss in plantain from black sigatoka leaf-spot and field performance of resistant hybrids. *Field Crops Research* 35 (1): 35- 42.
15. Polson R.A. & Spencer D.S.C., 1991. The technology adoption process in subsistence agriculture: the case of cassava in Southwestern Nigeria. *Agricultural Systems* 36: 65-78.
16. Singh H.P. & Uma S., 1996. *Banana Cultivation in India*. IASRI, Pusa, New Delhi.
17. Tshiunza M., Lemchi J., Onyeka U. & Tenkouano A., Adoption of cooking banana processing methods in Nigeria. Outlook on Agriculture (forthcoming).
18. Vuylsteke D. & De Langhe E., 1985. Feasibility of *in vitro* propagation of bananas and plantains. *Tropical Agriculture*, 62: 323- 328.
19. Zegeye H., 1990. The Adoption of modern farm practices in African agriculture: Empirical evidence about the impact of household characteristics and input supply in the Northern Region of Ghana. Nyankpala Agricultural Research Report (7). Verlag Josef Margraf Scientific Books, Weikersheim, Germany.

M. Tshiunza: Congolese (DRC), Ph.D. in Agricultural Economics, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

I. J. Lemchi: Nigerian, Ph.D. in Agricultural Economics, Federal University of Technology, Owerri, Nigeria.

Uloma Onyeka: Nigerian (Mrs.), Ph.D. in Food Technology, Federal University of Technology, Owerri, Nigeria.

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

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

Organisation

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

Conseil d'Administration

Actuellement composé du Professeur Dr. J. Vercruysse, Président; du Dr. Ir. G. Mergeai, Administrateur Délégué; du Dr. E. Thys, Secrétaire; du Professeur Honoraire Dr. Ir. J. Hardouin, Trésorier a.i.

Comité de Rédaction

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

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

Secrétariat - Rédaction

Agri-Overseas / Tropicultura, c/o D.G.C.I., B.018 Rue Brederode, 6 à B - 1000 Bruxelles, Belgique.

Tél.: 32.02/51.90.743 - 594

E-mail : MJDesmet@badc.fgov.be. — GHarelimana@badc.fgov.be.

Distribution : gratuite sur demande écrite.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Conditions générales

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

Instructions pratiques

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

Disposition

Titre: court en caractères minuscules.

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

Préciser nationalité, diplôme, fonction actuelle ou dernière fonction pour chacun des auteurs.

Keywords: maximum sept mots-clés en anglais.

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

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

Références bibliographiques: Elles seront données par ordre alphabétique des noms d'auteurs et numérotées de 1 à X. Référencer dans le texte à ces numéros entre parenthèses.

Les références comprendront:

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

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

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

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

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

Remarques : Eviter les notes en bas de page.
Eviter l'emploi des tirets.

Eviter l'emploi de majuscules inutiles.
Fournir la traduction anglaise du titre.

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

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

Efficacy of Intercropping as a Management Tool for the Control of Insect Pests of Cabbage in Ghana (<i>in English</i>)	
J.A. Timbilla & K.O. Nyako	49
Diet of <i>Microthrissa congica</i> Regan 1917 (Pisces, Clupeidae) in Congo Basin (<i>in French</i>)	
A. Kimbembima-lbaka & B. Nzuki	53
Paca (<i>Agouti paca</i>) and Agouti (<i>Dasyprocta</i> spp.) – Minilivestock Production in the Amazonas State of Venezuela : 1 Biology (<i>in English</i>)	
G. Govoni & D. Fielding	56
Brewer's Grains from Cameroon Brewery in Breeder Chicken Rations : Effect on Productive and Reproductive Performance (<i>in English</i>)	
M. J. Mafeni & R. Fombad	61
Viability of Borgou Breed Cattle at Okpara Breeding Farm in Benin (<i>in French</i>)	
A.K.L. Youssao, A. Ahissou, N.D. Idrissou, C. Michaux, Z. Touré & P.L. Leroy	65
The Influence of Seed Rate and Fertilizer Type on Growth of <i>Tridax procumbens</i> in Subhumid Nigeria (<i>in English</i>)	
O.S. Onifade, A.T. Omokanye & J.T. Amodu	70
Artificial Insemination of 'Azawak' and 'Gourounsi' Cows in Burkina Faso (<i>in French</i>)	
M. Zongo, H. Boly, L. Sawadago, W. Pitale, N.M. Sousa, J.F. Beckers & P.L. Leroy	75
Land Suitability and Risk of Erosion of an Andosol with Irrigated Garden Peas (<i>Pisum sativum</i>) in Western Highlands of Cameroon (<i>in French</i>)	
A. Boukong, M.F. Fonteh & C.M. Tankou	79
Competitive Performance of Tunisian Dates Sector (<i>in French</i>)	
M. S. Bachta & L. Zaibet	85
Factors Influencing the Spread of Cooking Banana Processing Methods in Nigeria (<i>in English</i>)	
M. Tshiunza, J. Lemchi & Uloma Onyeka	90