

TROPICULTURA

2000 Vol.18 N°4

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

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



Burundi: Une pépinière privée, après le repiquage

Credit : Ch. Gasc, 1993

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever :

CRISTINA FUNES-NOPPEN

Rue Brederode 6, Brederodestraat

1000 Bruxelles / Brussel

Avec le soutien de la Région Bruxelles Capitale
Met de steun van het Brussels Gewest

BUREAU DE DEPOT / AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X

DGCI

DGIS

SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

A Preliminary Trial on the Use of Barium Chloride for Pregnancy Diagnosis in Sows

Test préliminaire sur l'utilisation du chlorure de baryum pour le diagnostic de la gestation chez les truies
Preliminaire test op het gebruik van bariumchloride voor de drachtigheidsdiagnose bij zeugen
Test preliminar sobre la utilización del clorato de bario sobre el diagnóstico de gestación en las cerdas

A.Ndu, L. Bratte & S.U. Eyoufe 161

Short-Term Intake and "in sacco" Degradability of Mixtures of Two Tropical Legumes

Ingestion à courte durée et dégradabilité 'in sacco' de mélanges de deux légumineuses tropicales
Korte termijn opname en "in sacco"- vertering van mengsels van twee tropische peulvruchten
Ingestión de corto tiempo y degradación "in sacco" de mezclas de dos leguminosas tropicales

D.D. Dung, A.T. Omokanye & O.S. Lamidi 164

Nouvelle technique d'élevage de l'acarien phyllophage *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidea) et son application à l'étude de l'efficacité de quelques acaricides sur pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.)

Nieuwe kweektechniek van de fytofage mijt *Tetranychus urticae* Koch en van haar toepassing in het raam van de studie van de doeltreffendheid van enkele acariciden op de aardappel (*Solanum tuberosum* L.)
Nueva técnica de cría del acárido filófago *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidea) y su aplicación al estudio de la eficacia de algunos acáridos en la papa (*Solanum tuberosum* L.)

A.M. Badegana 167

Influence du taux de concentré sur l'ingestibilité, la croissance pondérale et le développement corporel du mouton Djalonké ' Mossi '

Invloed van het gehalte aan krachtvoeder op de vrijwillige opname, de gewichtstoename en de lichaamsontwikkeling van Djalonké 'Mossi' schapen
Influencia de la tasa de concentrado sobre la ingestibilidad, el crecimiento ponderal y el desarrollo corporal del cordero Djalonké, 'Mossi'

M. Nignan , A.J. Nianogo, L. L. Sawadogo & Valérie Bougouma-Yameogo 171

Efficacité comparée de deux méthodes de maîtrise de la reproduction de la brebis Djalonké, variété " Mossi "

Oestrus synchronisatie bij oeien van het Djalonké ras var. Mossi : vergelijking tussen een hormonale behandeling en het rameffekt
Eficacia comparada de dos métodos de dominio de la reproducción de ovejas Djalonké, variedad « Mossi »

H. Boly, L. Miaro, H. Tamboura, L. Sawadogo, J. Sulon, J.F. Beckers & P.L. Leroy 177

A Comparison of Maize Production in Kenya before and during Liberalisation Period

Comparaison de la production du maïs au Kenya avant et pendant la période de libéralisation
Een vergelijking van de maïs productie in Kenia vóór een tijdens de liberalisatie periode
Comparación de la producción de maíz en Kenia antes y durante el periodo de liberalización

Lucia M. Mbithi & G. Van Huylenbroeck 181

Características técnico-económicas del transporte mular en medio montañoso

Technical and Economic Characteristics from Mules Transportation in Mountain Conditions
Caractéristiques technique et économique du transport mulassier sous conditions montagneuses
Technische en economische karakteristieken van muldiertransport in bergcondities

J.L. Ramajo, Délira Navarro, J.A. Gonzalez, Mirza Gutiérrez, Cerisnelda Ginarte & R.A. Ramos 186

Pépiniéristes privés au Burundi, vers une professionnalisation possible de la foresterie

Privé boomkwekers in Burundi : de weg naar een mogelijke professionalisering van bowbouw
Viveros privados en Burundi, hacia una profesionalización posible de la foresteria

Ch. Gasc & C. Mathieu 190

Análisis ecofisiológico del cultivo de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de estrés de la sequía y la salinidad

Analyse écofysiologique de la culture du quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) exposé à un stress hydrique et salin
Ecofysiologische benadering van de quinoa-teelt (*Chenopodium quinoa* Willd.) blootgesteld aan droogte- en zoutstress

H. Bosque Sanchez, R. Lemeur & P. Van Damme 198

Diversité phénotypique de quelques populations de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) en Tunisie

Phenotypische verscheidenheid van enkele rozemarijnspopulaties (*Rosmarinus officinalis* L.) in Tunesië
Diversidad fenotípica de algunas especies de romero en Túnez

Dhahbia Khiari & M. Boussaid 203

Eude préliminaire de l'élevage des papillons (*Anaphe infracta* : Thaumetopoeidae) orienté vers la production de chenilles consommables à Lwiro, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

Preliminaire studie van de teelt van de vlinder (*Anaphe infracta* : Thaumetopoeidae) gericht op de productie van eetbare rupsen in Lwiro, Zuid-Kivu, Democratische Republiek Congo
Estudio preliminar orientado a la producción de orugas consumibles mediante la cria de mariposas (*Anaphe infracta* : Thaumetopoeidae) en Lwiro, en el sud-Kivu. República Democrática del Congo

T. Munyuli Bin Mushambanyi 208

NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles au Togo - Observations préliminaires

Productie van wormen als eiwitbron voor jong pluimvee in Togo
Producción de gusanos como fuente de proteínas para aves pequeñas en Togo

S. K. Ekoue & Y. A. Hadzi 212

Production et utilisation contrôlées d'asticots

Productie en gebruik van wormen onder contrôle
Producción y utilización controlada de gusanos

Ch. Loa 215

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA 220

INDEX/INDICE 221

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 unicamente la responsabilidad de los autores

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

A Preliminary Trial on the Use of Barium Chloride for Pregnancy Diagnosis in Sows.

A. Ndu*, L. Bratte* & S.U. Eyoufe*

Keywords: Pregnancy - Diagnosis - Barium chloride - Urine - Parity - Gestation.

Summary

Urine was collected twice daily (once in the morning and once in the afternoon) for 5 days from 80 Yorkshire x Landrace crossbred gilts/sows made up of 40 non-pregnant and 40 pregnant pigs in an investigation to determine the possibility of using 1% barium chloride solution for pregnancy diagnosis in pigs based on a previous report that addition of a few drops of 1% barium chloride solution to bovine urine caused a white precipitate with non-pregnant but not with pregnant cows. The pregnant pigs were in various stages of gestation.

Urine reaction to 1% barium chloride was highly ($P < 0.01$) dependent on the pregnancy status of the sows, the test being 100% and 81% effective in identifying non-pregnant and pregnant sows respectively.

The sensitivity of the test in the gravid sows was significantly ($P < 0.05$) influenced by and tended to increase with the stage of gestation, with 59% of the sows in their first stage of gestation (≤ 38 days post-coitum) being correctly diagnosed as pregnant, and 95-100% of those in their latter stages of gestation being so correctly diagnosed. Parity and time of day of performance of the test had no effect on urine reaction.

It was concluded that the test was at least 95% accurate when used as from about 39 days after breeding for pregnancy diagnosis in sows.

Résumé

Test préliminaire sur l'utilisation du chlorure de baryum pour le diagnostic de la gestation chez les truies.

Cette étude vise à évaluer la possibilité d'utiliser une solution de 1% de chlorure de baryum pour le diagnostic de la gestation des truies. Elle est basée sur un précédent rapport indiquant que l'addition de quelques gouttes d'une solution de 1% de chlorure de baryum à de l'urine de bovins causait une précipitation blanche chez les vaches non gestantes alors que l'urine des vaches gestantes restait limpide. Ce procédé a été étudié sur un groupe de 80 truies issues du croisement Yorkshire x Landrace, dont 40 étaient non gestantes et 40 l'étaient à différents stades de gestation. L'urine a été collectée deux fois par jour (matin et après-midi) pendant 5 jours.

Le degré de réaction de l'urine à la solution de 1% de chlorure de baryum dépend fortement ($P < 0,01$) de l'état d'avancement de la gestation des truies. Le degré d'efficacité du test est respectivement de 100% pour les truies gestantes et de 81% pour les non-gestantes. L'avancement de la gestation influence positivement et significativement ($P < 0,05$) la sensibilité du test pour les truies gestantes. En effet, le test a diagnostiqué comme gestantes 59% des truies au premier stade de gestation (≤ 38 jours post-coitum) et de 95 à 100% de truies dans un stade plus tardif de leur gestation. Le test n'est pas influencé par la parité et sur le moment de la journée où le test est effectué.

En conclusion, ce test pour le diagnostic de la gestation des truies a une précision de plus de 95% quand il est utilisé 39 jours après la fécondation.

Introduction

The ability to promptly identify sows that may or may not have conceived after service or artificial insemination in commercial pig enterprises is vital to the pig producer as it permits a timely rebreeding of non-pregnant sows with minimal loss of oestral cycles. Since profitability in such establishments is closely related to the reproductive performance of the breeding stock,

any delay in rebreeding sows that return to oestres can be quite costly (2).

Methods such as the use of ultrasound which are in common use in the developed world for pregnancy diagnosis in pigs are yet to gain wide acceptance and use in the tropics probably because they are either too expensive to acquire and maintain or too complicated for

* Department of Animal Science and Fisheries, Delta State University, Asaba Campus, Nigeria.
Received on 08.07.98 and accepted for publication on 04.06.99.

the small-holder, often illiterate, tropical swine producer. For a test to be of use in the tropics therefore, it should be cheap, readily available or accessible, uncomplicated and accurate.

Maslor and Smirnov (4) reported a simple and cheap procedure which was 95 to 100% accurate 15 to 210 days after insemination for pregnancy diagnosis in cows. The addition of a few drops of 1% barium chloride solution to urine from non-pregnant cows produced a white precipitate which was absent with urine from pregnant cows. Similar urine reactions have also been reported for sheep and goats with 2% barium chloride solution (5).

This study was therefore carried out to ascertain the possibility of using barium chloride for pregnancy diagnosis in sows, and what effects stage of gestation, parity and time of day of performance of the test might have on the test results.

Material and Methods

Eighty Yorkshire x Landrace crossbred gilts and sows made up of 40 non-pregnant and 40 pregnant pigs were selected from the breeding stock of Mitchell Farms (Piggery Operations), Ovwor, near Ughelli in Delta State of Nigeria based on the breeding records at the farm. The farm, located approximately 5.33° N and 6.00° E in the tropical rainforest zone southwest of Nigeria had, at the time of the study, an average daily temperature of about 28°C and a mean relative humidity of about 75%. The pigs were fed on a commercial diet (approximately 16% crude proteins and 3322 kcal/kg) and were provided clean, cool drinking water *ad libitum*.

Fourteen of the pregnant pigs were in their first stage of gestation (≤ 38 days post-coitum, with the day of mating as day 0), 12 in their second stage of gestation (39 - 76 days post-coitum) and 14 in their third stage of gestation (≥ 77 days post-coitum). The pregnant pigs were also at different levels of parity (Table 1).

Each pig was housed individually in a wooden metabolic cage with a slatted floor fitted beneath with a corrugated metal roofing sheet appropriately tilted to direct urine into a plastic bowl covered with a fine wire mesh to ensure separation of urine from faeces.

Urine collected twice daily, once in the morning between 07.00 a.m. and 10.00 a.m. and once in the afternoon between 14.00 p.m. and 16.00 p.m. Nigerian time for 5 days from each of the pigs was used for the trial. Five drops of 1% barium chloride ($BaCl_2$) solution were then added with a dropper to about 2 ml of each urine sample, shaken and left to stand for about 5 minutes. Urine samples which showed any degree of cloudiness or turbidity after 5 minutes were regarded as having shown precipitate with the reagent.

The mean number of urine samples (\pm standard error) which showed or failed to show precipitate with $BaCl_2$ were organized into contingency tables (Table 1) and analyzed by the chi square procedure. Yate's correction for continuity was applied whenever degree of free-

dom for the test was 1. Proportions showing significance were separated using the Bonferroni confidence intervals procedure (1).

Results and Discussion

The effects of pregnancy, stage of gestation and parity of the dam on the reaction of porcine urine with 1% barium chloride solution when the test was carried out in the mornings are presented in Table 1. All urine samples from the non-pregnant sows showed precipitate with barium chloride thus implying that the absence of pregnancy was correctly diagnosed in 100% of the pigs. However, only an average of 32.40 ± 0.24 urine samples per day from the 40 gravid sows (or 81%) failed to show precipitate with the reagent as expected. This implies that pregnancy was correctly diagnosed in about 81% of the pregnant sows with $BaCl_2$. The chi square test performed on the data (Table 1) showed that urine reaction with $BaCl_2$ was highly ($P < 0.05$) dependent on, and tended to vary with, stage of gestation. While only about 59% of the pregnant sows in their first stage of gestation were correctly diagnosed as such, 95% of those in their second stage were correctly diagnosed, the difference being significant ($P < 0.05$).

Furthermore, all (100%) of the pregnant sows in their stage of gestation were correctly diagnosed. The difference between the second and the third stage percentages (95% and 100% respectively) was not, however, significant ($P > 0.05$). The sensitivity with which pregnant sows were correctly diagnosed therefore in-

Table 1
The effects of pregnancy, stage of gestation and parity on urine reaction with 1% barium chloride solution in pigs

Parameters	N	Precipitate (1)		Chi Square
		Present	Absent	
1. Pregnancy Status				
Non-Pregnant	40	40.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00 (0.00) ^b	51.51**
Pregnant	40	7.60 \pm 0.24	32.40 \pm 0.24 (0.81) ^a	1 df
2. Stage of Gestation				
1 st stage	14	5.80 \pm 0.20	8.20 \pm 0.20 (9.59) ^b	10.48*
2 nd stage	12	0.60 \pm 0.24	11.40 \pm 0.24 (0.95) ^a	
3 rd stage	14	0.00 \pm 0.00	14.00 \pm 0.00 (1.00) ^a	
3. Parity				
0	7	0.00 \pm 0.00	7.00 \pm 0.00 (1.00) ^a	9.18 ^{ns}
1	7	2.00 \pm 0.00	5.00 \pm 0.00 (0.71) ^a	
2	6	2.00 \pm 0.00	4.00 \pm 0.00 (0.67) ^a	
3	5	1.80 \pm 0.20	3.20 \pm 0.20 (0.64) ^a	
4	4	0.00 \pm 0.00	4.00 \pm 0.00 (1.00) ^a	
5	1	0.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00 (1.00) ^a	
6	8	0.60 \pm 0.24	7.40 \pm 0.24 (0.93) ^a	
7	2	0.00 \pm 0.00	2.00 \pm 0.00 (1.00) ^a	7 df

(1) Entries are mean number of urine samples (\pm SE) showing or not showing precipitate.

^a Data refer to urine samples collected in the mornings. N = number of pigs.

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; ns $P > 0.05$

Figures in parentheses are proportions of samples showing no precipitate with barium chloride.

Within each parameter, proportions with different superscripts differ significantly.

creased with stage of gestation. The test was about 59% accurate before 39 days after breeding, and 95% to 100% accurate thereafter. These results compare favourably with an already developed ultrasonic pregnancy tester (6) which was 60% accurate when used at about 21 days of gestation, and almost 100% accurate after the 28th day of pregnancy. However, since modern ultrasonic devices have the disadvantage of being too expensive, not being readily available, and requiring much skill to interpret the acoustic or visual signals produced (3), barium chloride holds a lot of promise among most tropical, small-holder swine producers.

Results obtained with urine samples collected in the afternoons were similar to those of the mornings. Consequently, the data for the former are omitted.

Parity of the dams had no significant ($P > 0.05$) influence on urine reaction with $BaCl_2$ (Table 1).

The physiological basis for the differential reaction of urine from pregnant and non-pregnant sows with 1% $BaCl_2$ is still unclear. Although Maslov and Smirnov (4)

attributed the differential reaction in cows to differences of concentrations of oestrogen and progesterone in the urine due to gestation, a more recent study (5) in which urine from non-pregnant sheep and goats in the follicular and luteal stages of their cycles (when blood concentrations of oestrogen and progesterone respectively were high) always showed a precipitate with $BaCl_2$ suggests that other factors other than differences in the blood concentrations of these steroids may be involved. Further work is therefore required to identify the urinary factor(s) involved, and the nature of their interaction with the reagent.

Conclusion

In conclusion, the results obtained in this trial indicate that the test may be more than 90% effective in identifying pregnant pigs when used as from about 39 days after mating.

Acknowledgement

The authors greatly acknowledge the assistance of the Management and staff of Mitchell Farms (Piggery Operations), Ovwor, Ughelli, Nigeria who made this work possible.

Literature

1. Devore J.L., 1982. Probability and statistics for Engineering and the Sciences. Brooks/Cole Publishing, Monterey, California.
2. Holness D.H., 1991. Pigs. The Tropical Agriculturalist Series. Macmillan Education Ltd., London and CTA, Wageningen.
3. Laing J.A., 1979. Fertility and Infertility in Domestic Animals. ELBS and Bailliere, Tindall.
4. Maslov N. & Smirnov A., 1965. The simplest method for the early diagnosis of pregnancy. *Animal Breeding Abstracts* **33**, No.2302.
5. Ohazurike E.E., 1990. Pregnancy diagnosis in ewes and goat does using urine and 2% barium chloride solution. B. Agric research Projet. Obafemi Awolowo University. Ile-Ife, Nigeria.
6. Pig International 1989. Pregnancy tester. *Pig International*, March 1989. Watt Publishing Co., Mount Morris, Illinois. pp. 30.

Short-Term Intake and "in sacco" Degradability of Mixtures of Two Tropical Legumes

D.D. Dung*, A.T. Omokanye & O.S. Lamidi

Keywords: Intake - Degradability - *Arachis hypogaea* - *Adenodolichos paniculatus* - Tropical - Nigeria.

Summary

Two experiments were conducted using four mixtures of *Arachis hypogaea* and *Adenodolichos paniculatus* in the ratios 100:0, 90:10, 80:20 and 70:30.

In the first study, sheep were subjected to short-term intake trials for a period of three days. In the second study, in sacco dry matter (DM) degradability during 48h of the four mixtures was determined.

Although no significant ($P > 0.05$) differences among treatments were observed, short-term intake tended to increase with increasing inclusion level of *A. paniculatus*, which was accompanied by a decrease in % refusals.

In sacco DM degradation decreased significantly ($P < 0.05$) and linearly with higher levels of *A. paniculatus*.

Résumé

Ingestion à courte durée et dégradabilité "in sacco" de mélanges de deux légumineuses tropicales.

Deux essais ont été réalisés en utilisant quatre mélanges de *Arachis hypogaea* et *Adenodolichos paniculatus* dans les proportions de 100:0; 90:10; 80:20 et 70:30. Dans le premier essai, l'ingestion pendant trois jours a été mesurée chez des moutons. Dans le deuxième essai, la dégradabilité de la matière sèche (MS) a été déterminée "in sacco" pendant 48 heures.

Bien que les différences entre traitements ne soient pas significatives ($P > 0,05$), l'ingestion à courte durée tentait d'augmenter au fur et à mesure que le niveau d'incorporation de *A. paniculatus* augmentait. Cela était accompagné d'une diminution du % des refus. La dégradabilité de la MS in sacco diminuait significativement ($P < 0,05$) et linéairement avec des niveaux montants de *A. paniculatus*.

Introduction

Legumes are largely being used in farming systems in northern Nigeria for the dual purpose of grain for human consumption and forage for livestock feeding. In this regard, particularly groundnut has been used intensively (14). Groundnut haulms are of high nutritive value (4, 6) and have been used to supplement poor quality cereal stover during the dry season. In recognition of the value of groundnut haulms, some farmers grow groundnut solely for haulms. Such varieties appear to contain higher leaf portion than those planted for grain and haulms.

In addition to high quality grain legumes, browse plants also play an important role in supplementing the low quality feed of rangeland and in the case of scarcity caused by overgrazing and occasional bush fires. Browse legumes are very important in the latter part of the dry season when feed scarcity becomes more severe.

The fruits of some browse legumes form an important part of dry season diet of stock particularly in the Sudan and Sahel zones of Nigeria. Pods of *Piliostigma reticulata*, *P. thonningii*, *Acacia albida*, *A. nilotica*, *Tamarindus indica* and *Parkia clappertoniana* are among the ones that are readily eaten (1). Also, fresh leaves of *Gmelina arborea*, a non-leguminous browse,

are greatly relished by both sheep and goats (Omokanye 1998, personal communication).

The purpose of this work was to assess the short-term intake and in sacco dry matter degradability of mixtures of groundnut (*Arachis hypogaea*) and a browse legume (*Adenodolichos paniculatus*). Short-term intake was determined as a preliminary trial to further experimentation.

Material and methods

Leaves and twigs of an indigenous shrub legume (*Adenodolichos paniculatus*) were randomly collected from a field within the National Animal Production Research Institute (Nigeria) in November 1996. The field with a surface of about 1350 m² was established in 1980 (2); after which its re-growth potential following different cutting regimes (9) and seed production capability as influenced by shoot density (8) had been examined. The material was dried in a forced-air laboratory oven at 60°C for 48 h (about 90% DM).

Hay of RMP 12 variety of groundnut (*Arachis hypogaea*) and leaves and twigs of *A. paniculatus* were milled separately to pass through a 2.5 mm screen. The chemical contents of the two feeds were determined by

* National Animal Production Research Institute, Ahmadu Bello University PMB 1096 Zaria, Nigeria.

Corresponding author: E-mail: dachung@abu.edu.ng.

Received on 20.10.99 and accepted for publication 08.03.00

official methods of proximate analysis (3). The two feeds were mixed in four proportions of 100:0 (feed 1), 90:10 (feed 2), 80:20 (feed 3) and 70:30 (feed 4). Rumen degradation was determined at the International Livestock Research Institute (ILRI), Ibadan, Nigeria using the nylon bag technique as described by Orskov *et al.* (10) using three fistulated N'dama steers of about 250 kg liveweight. The animals grazed on a grass/legume pasture of *Panicum maximum* and *Centrosema pubescence* and were fed 2 kg wheat bran (15% CP) per day. The steers had free access to multi-nutrient block and water. Samples weighing 3 g from the above mixtures, were put into nylon bags of 13 x 6 cm and about 45 mesh size. These samples were incubated and withdrawn after 48 h, washed, dried and re-weighed. Dry matter degradation was calculated as the difference in weight before and after incubation and expressed as %. A one-way least-squares analysis of variance (ANOVA) of the *in sacco* dry matter degradation was carried out using the generalised linear model procedure (12). The analytical model included the fixed effect of treatment and differences between treatment means were tested ($P < 0.05$) using Duncan's Multiple Range Test as spelt out in (12).

In another experiment, short-term intake of the unground feed mixtures by Yankasa sheep was determined at the National Animal Production Research Institute Shika, Nigeria in December 1996. Six adult rams averaging 26.8 kg liveweight were divided into two groups and allowed to each of the feed mixtures for 1h per day for three days (in the order given below) after allowing a four-day adjustment period.

Day 1 - feeds 1 and 4
Day 2 - feeds 2 and 3
Day 3 - feeds 3 and 1
Day 4 - feeds 4 and 2
Day 5 - feeds 1 and 2
Day 6 - feeds 4 and 3

Animals were fasted overnight. The amount of feed mixtures consumed was calculated by the difference between weight of feed offered and weight of feed refused and results expressed as short-term intake of DM per hour corrected to metabolic weight. Data ana-

lysis was also carried out using SAS procedures as described earlier.

Results and discussion

The proximate analysis of the two forages (*A. hypogaea* and *A. paniculatus*) is presented in Table 1. Short-term intake showed no significant ($P > 0.05$) differences between the treatments (Table 2). The short-term intake was highest (12.5 g/kgW 0.75/hr) in the mixture with the highest inclusion (30%) of *A. paniculatus*, whereas the lowest intake (10.8 g/kgW 0.75/hr) was recorded with 10% inclusion of *A. paniculatus*. This is in agreement with the reports of Goodchild and McManieman (5) that indicated an increase in voluntary DM intake of sheep when nitrogen and minerals in the diet were increased. Other authors (13) also reported an increase in intake and weight gain of sheep when a basal diet of chickpea was supplemented with *Leucaena* leaf. Though they reported no significant difference ($P > 0.05$) in haulms intake, total DM intake and intake per kgW 0.75 increased linearly with increasing supplementation. Higher potential intake rates for feeds with high levels of protein nitrogen were reported by Kenny and Black (7). The feed refusals in this study tended to decrease with increasing intake (Table 2).

The *in sacco* DM degradation showed a clear decrease from 0% inclusion of *A. paniculatus* (682 g/kg DM) to 30% inclusion (457 g/kg DM), (Table 2). Differences between treatments were significant ($P < 0.05$). In the earlier reports mentioned (5, 13) where higher N levels increased digestibility, there were low fibre levels in such diets. In this study however, the increase in N level was accompanied by an increase in fibre level and a lowering of the NFE content, which could have led to the decrease in degradability *in sacco*. The presence of anti-nutritive factors can also cause such a response. This however needs to be investigated. The lowest degradation value (457 g/kg DM) in this study however, has a potential for supporting productive animals (11).

Conclusion

The short-term intake of the legume mixture tended to increase with increasing level of *A. paniculatus*. When *A. hypogaea* becomes more scarce and expensive in the latter parts of the dry season, *A. paniculatus* which stays longer into the dry season can play a prominent role in supplementation. The 30% level of *A. paniculatus* inclusion in this study proved adequate even for highly productive animals. Such levels could be used while supplementing in the dry season. Further work on the loss of nutrients *in sacco* and presence of anti-nutritive factors needs to be carried out.

Acknowledgements

The Authors wish to acknowledge the technical assistance of the staff of the National Animal Production Research Institute (NAPRI), Zaria and ILRI Ibadan, Nigeria, and appreciate the permission of the Director NAPRI to publish this work. The inputs made by Dr A.E.O. Malau-Aduli of NAPRI are also acknowledged.

Table 1
Proximate analysis of *Arachis hypogaea* and *Adenodolichos paniculatus* foliage (% on DM basis).

	CP(%)	EE(%)	Ash(%)	CF(%)	NFE(%)
<i>A. hypogaea</i>	15.75	4.12	10.65	30.35	39.13
<i>A. paniculatus</i>	22.88	1.94	7.07	37.87	30.24

Table 2
Short-term intake and refusal of mixtures of *A. hypogaea* (AH) and *A. paniculatus* (AP) fed to sheep.

Proportions (AH:AP)	100:0	90:10	80:20	70:30	
SED					
Intake (g DM/kg LW 0.75/hr)	10.91	10.81	11.63	12.51	0.95
Total refusal (%)	48.7	48.93	46.43	45.67	5.0
48h <i>in sacco</i> DM degradability (g/kg DM)	682	565	525	457	9.6

Literature

1. Agishi E.C., 1985. Forage legumes and pasture development in Nigeria. ACIAR proceedings Series No.4 p. 79-87.
2. Asare E.O., Shehu Y. & Agishi E.C., 1984. Preliminary studies on indigenous species for dry season grazing in northern Guinea savanna zone of Nigeria. *Tropical Grasslands* 18: 148-151
3. A.O.A.C., 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official methods of analysis, 15th Edition vol. 1, Washington D.C.
4. Ayoade J.A., Makhambere P.E. & Bodzalenki M.Z., 1983. Evaluation of crop residues as feed for goats. Part 1. Voluntary intake, digestibility and nitrogen utilisation of bean and groundnut haulms. *Herbage Abstracts* 56: 305
5. Goodchild A.V. & McManieman, N.P., 1994. Intake and digestibility of low quality roughages when supplemented with leguminous browse. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 122: 151-160.
6. Ikhatua U.J. & Adu I.F., 1984. A comparative utilisation of groundnut haulms and *Digitaria smutsii* hay by Red Sokoto goats. *Journal of Animal Production Research* 4: 145-152.
7. Kenny P.A. & Black J.L., 1984. Factors affecting diet selection by sheep. I. Potential intake rate and acceptability by sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 35: 551-563.
8. Omokanye A.T., Onifade O.S. & Amodu J.T., 1993. Effect of shoot density on seed production of *Adenodolichos paniculatus*. Paper presented at the 18th annual conference of the Nigerian Society for Animal production, Federal University of Technology Owerri, Nigeria.
9. Onifade O.S., Omokanye A.T., Amodu J.T. & Hena S.W., 1991. Effect of cutting height on re-growth of *Adenodolichos paniculatus*. Paper presented at the 16th Annual Conference of the Nigerian Society for Animal Production, Usmanu Danfodio University, Sokoto, Nigeria.
10. Orskov E.R., Hovell F.D. & Mould F., 1980. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production* 5: 195-213.
11. Preston T.R. & Leng R.A., 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and the sub-tropics. The Tropical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA), Wageningen, Netherlands. Penambul Books Armidale p. 123-125.
12. SAS, 1986. SAS Users' Guide: Statistics. SAS Inc., Cary North Carolina, 1986 Edition 923 p.
13. Shenkoru T. & Mekonnen G., 1994. The effect of *Leucaena* supplementation on the nutritive value of Chickpea (*Cicer arietinum*) haulm to sheep. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 77: 66-70.
14. Umunna N.N. & Iji P.A., 1993. In: A.M. Adamu, R.I. Mani, O.A. Osinowo, K.B. Adeoye and E.O. Ajileye (Eds.) Forage utilisation and production in Nigeria. National Livestock Projects Division (NLPD). Proceedings of the Second Livestock Development Workshop, Zaria Nigeria 11-14 Feb. 1991

D.D. Dung: Nigerian. BSc. Agric., MSc. Animal Ruminant Science. Nutritionist.
 A.T. Omokanye: Nigerian. BSc. Agric., MSc. Animal Forage Science. Agronomist.
 O.S. Lamidi: Nigerian. BSc. Agric., MSc. Animal Ruminant Science.

AVIS

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

Pour cette raison, il serait utile que vous nous fassiez connaître les adresses 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 herinneren al onze lezers eraan, vooral diegenen in de ontwikkelingslanden, dat TROPICULTURA bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebeid 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.

Nouvelle technique d'élevage de l'acararien phyllophage *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) et son application à l'étude de l'efficacité de quelques acaricides sur pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.)

A.M. Badegana*

Keywords: *Solanum tuberosum* L. - *Tetranychus urticae* Koch - Rearing - Leaf disc - Acaricide - Efficacy - Development stage.

Résumé

Une rondelle de feuille de 5 cm de diamètre (ou quatre rondelles de feuille de 2,5 cm de diamètre chacune) est utilisée dans une boîte de Pétri de 9 cm de diamètre. Cette rondelle, percée en son centre, coulisse, le long d'une épingle inoxydable et flotte à la surface d'une lame d'eau déminéralisée et froide d'une épaisseur d'environ un millimètre. L'eau constitue une "barrière infranchissable" et permet de confiner les tétranyques sur les rondelles même si elles ne proviennent pas d'une plante-hôte (tétranyques privés de nourriture). Cette technique a servi de test biologique pour l'étude de l'efficacité de quelques acaricides (pyrimiphos-méthyl, bromopropylate, fenpropathrine et dienochlor) sur les différents stades de développement de *Tetranychus urticae*. L'effet ovicide sur les œufs d'un, trois et sept jours d'âge (la durée d'incubation des œufs étant de $8,1 \pm 0,15$ jours) a été aussi étudié. Les résultats obtenus montrent que le bromopropylate, le fenpropathrine et le dienochlor ont un effet ovicide sur les œufs des différents âges, le dienochlor ayant l'efficacité la plus élevée (90% de mortalité). Le pyrimiphos-méthyl n'est actif que sur les œufs âgés, proches de l'éclosion. Par contre le bromopropylate n'a une efficacité élevée (90% de mortalité) que sur les œufs jeunes (1 jour). Sur les autres stades de développement tels que les chrysalides (protochrysalide, deutochrysalide, téléiochrysalide) et les stades mobiles (larve, protonympe, deutonympe, et imago femelle), le pyrimiphos-méthyl a une efficacité de 90%; il en est de même du dienochlor, exceptés sur les stades mobiles. Par contre le bromopropylate n'a aucune action sur les chrysalides et les stades mobiles et le fenpropathrine a un effet répulsif marqué.

Summary

A New Rearing Technique of Phytophagous Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychida) and its Application in the Study of the Efficacy of some Acaricides on Potato (*Solanum tuberosum* L.)

A 5 cm diameter leaf disc of potato or another host plant (or four on 2.5 cm diameter) was used in a Petri dish of 9 cm diameter for the rearing technique. This leaf disc, pierced in its centre, slides along a rustproof pin and floats on a 1 mm thick lamina of demineralized fresh water. Water is a "strong barrier" which confines the tetranychid mites on the leaf disc, even if this one does not come from a host plant (tetranychid mites deprived of food). This rearing technique was used as a bioassay to test the effectiveness of acaricides (pyrimiphos-methyl, bromopropylate, fenpropathrin, dienochlor) on the developmental stages of *Tetranychus urticae*. The ovicidal activity against the eggs of one, three, seven days old (the eggs incubation duration being 8.1 ± 0.15 days) was also studied. The results obtained show that bromopropylate, fenpropathrin and dienochlor have an ovicidal activity against the eggs of the different ages, but dienochlor has the highest efficiency (90% mortality).

Pyrimiphos-methyl is only active against the seven-day old eggs and bromopropylate has a high efficiency only on the one-day old eggs. Concerning the other developmental stages such as chrysalis (protochrysalis, deutochrysalis, teleiochrysalis) and mobile stages (larva, protonymph, deutonymph and adult female), pyrimiphos-methyl has de highest efficiency (90% mortality); dienochlor also, except mobile stages. Bromopropylate has no activity against the chrysalis and mobile stages and fenpropathrin has a remarkable repulsive effect.

Introduction

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est cultivée au Cameroun dans les provinces de l'Ouest, du Nord-Ouest et de l'Adamaoua aux altitudes supérieures à 1000 m. Cette culture est attaquée par plusieurs ravageurs notamment la teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella* Zel.) et *Tetranychus urticae* Koch etc. Les tétranyques se nourrissent en

rongeant le parenchyme foliaire (12). Les dégâts causés constituent une contrainte qui limite la production d'où la nécessité de la mise au point d'une lutte efficace. La lutte chimique, malgré ses effets néfastes, reste largement d'usage. Les tests d'efficacité des acaricides ainsi que l'élevage des tétranyques et autres acariciens phyllophages ont toujours été effectués sur

* Université de Dschang, Faculté d'agronomie et des sciences agricoles, Département de protection des végétaux B.P. 96 Dschang, Cameroun. Reçu le 13.09.99 et accepté pour publication le 22.03.00.

les feuilles de la plante-hôte; mais leur confinement sur celles-ci reste la principale difficulté rencontrée. Pour la contourner, plusieurs techniques ont déjà été proposées :

a) Pour des tests d'efficacité des acaricides

- usage de disques de feuilles placés sur du coton imbibé d'eau (4); mais si le coton n'est pas maintenu mouillé en permanence, les acariens peuvent quitter le substrat nutritif.
- test sur la surface de la feuille, à l'intérieur d'un anneau de glu où sont placés les acariens (5); le risque étant que la glu capture des acariens.
- pulvérisation de jeunes plante-hôtes, dont les tiges sont coupées et placées dans les bouteilles remplies d'eau (leaf dip method). L'infestation se fait en les mettant au contact d'autres plante-hôtes infestées (7).
- pulvérisation de quelques plantes en cage (cage spray method): les acariens choisis sous loupe binoculaire, pour l'uniformité de leur taille et de leur apparence sont placés sur les feuilles de haricot (*Phaseolus vulgaris* L.); chaque plante est pulvérisée avec un acaricide et isolée dans une cage (6).
- des expériences en champ, directement sur la culture: on compare l'évolution des populations de tétranyques sur les plantes traitées par rapport au témoin (3); cette méthode a toujours été utilisée pour les tests d'efficacité des acaricides.

b) Pour l'élevage des tétranyques et autres acariens phyllophages

- culture d'une feuille détachée de la plante-hôte (detached leaf culture) dans une solution nutritive (10); ce sont surtout les feuilles de haricot (*Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus limensis* Mac Fayden) et de ricin (*Ricinus communis* L.) qui conviennent le mieux à cette technique (11).
- usage de disques de feuilles de la plante-hôte placés sur du coton imbibé d'eau (4); l'inconvénient de cette méthode a été mentionné ci-dessus.
- usage des logettes de plexiglas (9): les feuilles sont comprimées dans des trous circulaires (5 à 15 mm de diamètre) faits dans des plaques de plexiglas (5 à 10 mm d'épaisseur). Cette technique convient pour l'élevage de *Bryobia* sp. mais rend difficile et la mesure de l'humidité relative à l'intérieur des trous et son contrôle (11).

Parmi les techniques d'élevage seule celle faisant usage de disques de feuilles sur du coton imbibé d'eau est utilisée pour les tests d'efficacité des acaricides en laboratoire. Toutefois, cette technique ne confine pas bien les acariens sur leur substrat. La technique des disques flottants, que nous présentons dans cette étude, permet un meilleur confinement des acariens phyllophages tel que *Tetranychus urticae*, d'où son intérêt; les disques de feuilles reposent, non sur du coton imbibé d'eau et pouvant se dessécher, mais directement sur l'eau. L'eau constitue une barrière et permet de confiner les acariens sur les rondelles. Cette technique a été utilisée pour l'étude de l'efficacité de quelques acaricides.

Matériel et méthodes

Description de la technique

Une rondelle de feuille de 5 cm de diamètre (ou quatre de 2,5 cm) de pomme de terre ou d'une autre plante-hôte, est placée dans une boîte de Pétri de 9 cm de diamètre. Elle est percée en son centre et peut coulisser le long d'une épingle inoxydable, pour l'amener à la surface d'une lame d'eau déminéralisée et froide d'une épaisseur d'environ un millimètre sur laquelle elle flotte. L'eau joue le rôle de barrière; elle confine les tétranyques sur les rondelles, même si elles ne proviennent pas d'une plante-hôte (tétranyques privés de nourriture). L'eau est renouvelée deux fois par jour, à l'aide d'une pissette en plastique souple pour éviter le développement des microorganismes.

Ces rondelles de feuilles peuvent être ainsi maintenues en bon état pendant 22 jours; les boîtes de Pétri contenant les tétranyques confinés aux rondelles sont regroupées dans une enceinte d'élevage. Deux tubes à fluorescence "Phytor" d'une puissance de 18 Watts chacun, placés à un mètre et demi au-dessus des boîtes assurent l'éclairage, 16 heures par jour. Lors des manipulations des boîtes de Pétri, pour les observations au microscope stéréoscopique, on ne laisse subsister qu'une mince lame d'eau qui empêche les tétranyques de quitter leur substrat. Les rondelles peuvent aussi, à l'aide d'une pincette être transférées dans une boîte de Pétri vide; l'eau étant ajoutée immédiatement après le transfert. L'adaptation des boîtes de Pétri à cette utilisation spéciale consiste à placer des épingles inoxydables dans de petits trous faits à la base des boîtes de Pétri, qui sont ensuite bouchés à l'extérieur avec du vernis à ongles de couleur blanche, qu'on laisse sécher à l'air pendant 24 heures.

Etude de l'efficacité des acaricides

Quinze jeunes femelles de *T. urticae*, prélevées dans une population de tétranyques, sont placées, sous loupe binoculaire sur une rondelle de feuille de pomme de terre (5 cm de diamètre) selon la technique décrite ci-dessus. Les œufs pondus lors du transfert sont détruits. Après deux heures, les femelles sont retirées et les œufs pondus considérés de même âge. Les boîtes de Pétri avec les œufs collés aux rondelles sont placées dans un incubateur (enceinte d'élevage) où la température est de 19-21°C, l'humidité relative de 40-70% et l'éclairage de 16 heures. Dans ces conditions, la durée d'incubation est de $8,1 \pm 0,15$ jours. Lorsque les œufs ont un, trois, sept jours d'âge selon les besoins expérimentaux, les rondelles de feuilles sont prélevées sous loupe binoculaire à l'aide d'une pincette afin de ne pas détruire les œufs; elles sont ensuite plongées pendant cinq secondes dans une émulsion acaricide dont la dose est connue. Un adhésif, le scanaxol est au préalable mélangé à la solution acaricide, à la dose de 10 ml.l⁻¹ d'eau. Les rondelles sont placées sur du papier filtre jusqu'à ce que le liquide acaricide présent sur la surface foliaire, se soit complètement évaporé; elles sont alors placées dans les boîtes de Pétri vides et la lame d'eau décrite ci-avant est ajoutée. A partir des œufs de même âge, les autres stades de développement tels que les chrysalides (prochrysalide, deutochrysalide, téléochrysalide) et les

stades mobiles (larves, nymphes, imago femelle) sont obtenus, et la même méthodologie appliquée. L'étude a porté, pour chaque dose, sur trente œufs de chaque âge et trente individus de chaque stade.

Les acariens sont considérés comme morts, s'ils ne se développent pas jusqu'au stade suivant. Les rondelles portant les tétranyques témoins à différents stades sont plongées dans une solution constituée d'un mélange d'eau et de scanaxol à la dose déjà indiquée. Quatre acaricides ont été testés: l'actellic EC50 (à 500 g.l⁻¹ pyrimiphos-méthyl): 1 ml.l⁻¹ d'eau; le neoron EC50 (à 500 g.l⁻¹ bromopropylate): 1 ml.l⁻¹ d'eau; le kilumal EC10 (à 100 g.l⁻¹ fenpropathrine): 0,50 ml.l⁻¹ d'eau et le pentac WP (à 50% dienochlor); 1 g.l⁻¹ d'eau. Cinq concentrations de chaque produit ont été utilisées: 2dl; dl; dl/2; dl/4 et dl/8 (dl étant la dose ml.l⁻¹ d'eau ou g.l⁻¹ d'eau prescrite comme indiqué ci-dessus après chaque acaricide).

Analyse des données

La mortalité observée (Mo) a été corrigée (Mc), tenant compte de la mortalité relevée chez les témoins (Mt) selon la formule d'Abott (1):

$$\% Mc = \frac{\% Mo - \% Mt}{100 - \% Mt} \times 100$$

Les doses ont été exprimées en logarithme décimal de la concentration, les mortalités corrigées en probit (8) pour la transformation des courbes en droites de régression pour calculer les différentes doses léthales.

Résultats et discussion

Les tableaux 1, 2, 3 présentent respectivement les DL₂₅, DL₅₀, DL₉₀ de différents acaricides sur tous les stades de développement.

Pour ce qui concerne l'action ovicide, le dienochlor, le fenpropathrine et le bromopropylate agissent sur les œufs de différents âges mais le dienochlor est plus efficace; les mortalités de 90% (dienochlor), 50% (fenpropathrine) et 25% (bromopropylate) sont obtenues. Le pyrimiphos-méthyl (DL₉₀ = 0,430 g.l⁻¹ d'eau m.a.) n'est actif que sur les œufs âgés (7 jours), proches de l'éclosion; mais il est moins toxique que le dienochlor (DL₉₀ = 0,343 g.l⁻¹ d'eau m.a.) et plus toxique que le fenpropathrine (50% de mortalité seulement). Le bromopropylate (DL₉₀ = 0,986 g.l⁻¹ d'eau m.a.) n'a une efficacité remarquable que sur les œufs jeunes (1 jour) mais il est moins toxique que le dienochlor (DL₉₀ = 0,531 g.l⁻¹ d'eau m.a.). Ces résultats montrent que le dienochlor plus efficace sur les œufs de différents âges et plus toxique sur les œufs jeunes et âgés a un effet ovicide remarquable. Ils confirment ceux obtenus sur la plante-hôte *Solanum aethiopicum* L. (3). L'action sur les œufs peut aussi se manifester par la stérilisation des femelles; c'est le cas observé avec le dienochlor. Les femelles traitées avec cet acaricide ne pondent pas d'œufs. Le pyrimiphos-méthyl (Tableau 3) a une efficacité élevée (90% de mortalité) sur tous les stades autres que les œufs âgés de moins de 7 jours. Le dienochlor a la même efficacité sur tous les stades non mobiles et le fenpropathrine a un effet répulsif remar-

Tableau 1
DL₂₅ (g.l⁻¹ d'eau m.a.) des acaricides sur les différents stades de développement de *T. urticae*.

stades de développement	pyrimiphos-méthyl	bromo-propylate	fenpro-pathrine	dienochlor
œuf (J1)	-	0,023	0,003	0,034
œuf (J3)	-	0,230	0,012	0,035
œuf (J7)	0,036	0,054	0,012	0,064
protochrysalide	0,042	-	-	0,025
deutochrysalide	0,053	-	-	0,025
téléiochrysalide	0,053	-	-	0,026
larve	0,024	-	-	0,022
prontonymphe	0,031	-	-	0,025
deutonymphe	0,045	-	-	0,032
femelle (adulte)	0,052	-	-	0,033

- non toxique, ou répulsif (fenpropathrine).

Tableau 2
DL₅₀ (g.l⁻¹ d'eau m.a.) des acaricides sur les différents stades de développement de *T. urticae*.

stades de développement	pyrimiphos-méthyl	bromo-propylate	fenpro-pathrine	dienochlor
œufs (J1)	-	0,042	0,008	0,062
œufs (J3)	-	0,043	0,015	0,075
œufs (J7)	0,074	-	0,013	0,048
protochrysalide	0,082	-	-	0,065
deutochrysalide	0,105	-	-	0,082
téléiochrysalide	0,105	-	-	0,082
larve	0,075	-	-	0,053
prontonymphe	0,092	-	-	0,064
deutonymphe	0,106	-	-	0,067
femelle (adulte)	0,105	-	-	0,075

- non toxique, ou répulsif (fenpropathrine).

Tableau 3
DL₉₀ (g.l⁻¹ d'eau m.a.) des acaricides sur les différents stades de développement de *T. urticae*.

stades de développement	pyrimiphos-méthyl	bromo-propylate	fenpro-pathrine	dienochlor
œuf (J1)	-	0,986	-	0,531
œuf (J3)	-	-	-	0,182
œuf (J7)	0,430	-	-	0,343
protochrysalide	0,224	-	-	0,242
deutochrysalide	0,418	-	-	0,336
téléiochrysalide	0,416	-	-	0,362
larve	0,225	-	-	-
prontonymphe	0,230	-	-	-
deutonymphe	0,401	-	-	-
femelle (adulte)	0,422	-	-	-

- non toxique, ou répulsif (fenpropathrine).

quable: tous les stades mobiles cherchent à quitter très rapidement le disque foliaire et accourent vers sa bordure où ils sont malheureusement bloqués par l'eau. Aux doses expérimentées, le bromopropylate est actif uniquement sur les œufs; une efficacité limitée à certains stades (œufs et jeunes stades mobiles) a été rapportée avec la clofentezine (2).

Conclusion

Cette technique peut être utilisée pour l'élevage, l'étude de paramètres biologiques et celle de l'efficacité

des acaricides en laboratoire; elle peut s'appliquer à tous les acariens phyllophages et donc à l'acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa* Bondar). Les résultats obtenus dans cette étude, permettent de mieux connaître l'efficacité des acaricides utilisés sur les différents stades de développement et notamment leur effet ovicide. Il n'est pas toujours facile de comparer les pesticides du fait des différences dans leurs modes d'action. Leur efficacité ne saurait en conséquence être établie sur le seul critère de la mortalité qu'elle soit immédiate ou différée. Si le pyrimiphos-méthyl est un acaricide de contact, causant une mortalité élevée sur les stades mobiles, le fenprothrine donne sur ces

stades, une mortalité nulle mais compensée par un effet répulsif remarquable. Enfin un acaricide est généralement actif sur un ou plusieurs stades de développement et rarement sur tous les stades; ceci ressort des résultats obtenus.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Prof. Dr Ir W. Steurbaut, Laboratoire de phytopharmacie, Département de protection des végétaux, Université de Gent (Belgique) pour la revue de ce manuscrit.

Références bibliographiques

1. Abott S.W., 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
2. Aveyard C.S., Peregrine D.J. & Bryan K.M.G., 1986. Biological activity of clofentezine against eggs and mobile stages of tetranychid mites. *Exp. & Appl. acarology* 2: 223-229.
3. Badegana A.M. & Heungens A., 1986. Efficacité de quelques acaricides récents pour la lutte contre *Tetranychus urticae* sur *Solanum aethiopicum*. *Med. Fac. Landbouw. Rijksuniv. Gent* 51 (4): 1407-1412.
4. Cannon W.N. & Connel W.A., 1965. Population of *Tetranychus atlanticus* McG. (Acarina: Tetranychidae) on soybean supplied with various levels of nitrogen phosphorus and potassium. *Ent. Exp. & Appl.* 8: 153-161.
5. Daniel L., Kensler J. & Herbert T., 1967. A biological and toxicological study of strains of two-spotted spider mites. *J. Econ. Entomol.* 60 (4): 1073-1078.
6. Dittrich V., 1959. Verbesserte Technik für Versuche mit Spinmilben. *Pflanz. Dienst* 11 (4): 54-56.
7. Dittrich V., 1962. A comparative study of toxicological test method on a population of the two-spotted spider (*Tetranychus telarius*). *J. Econ. Entomol.* 55 (5): 644-648.
8. Finney D.J., 1952. *Probit analysis*. Cambridge university press, New-York, 256 p.
9. Gutierrez J., 1976. Etude biologique et écologique de *Tetranychus neocaledonicus* André (Acarien, Tetranychidae). Thèse d'état. Travaux et documents O.R.S.T.O.M. n°57, 173 p.
10. Helle W., 1962. Genetics of resistance to organophosphorus compounds and its relation to diapause in *Tetranychus urticae* Koch (Acari). *Tijdschr. Plantenziekten* 68: 155-195.
11. Helle W. & Sabelis M.W., 1985. Spider mites. Their biology, natural enemies and control 1A. Elsevier sciences publishing company B.V. Amsterdam, 405 p.
12. Mothes U. & Seitz K.A., 1982. Fine structural alterations of bean plant leaves by feeding injury of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Acarologia* 23 (2): 149-157.

A.M. Badegana: Camerounais. Ing. Agron., Licencié en Sciences Naturelles Appliquées. Chargé de cours à l'Université de Dschang. Chercheur au CARFOP.

Influence du taux de concentré sur l'ingestibilité, la croissance pondérale et le développement corporel du mouton Djalonké "Mossi".

M. Nignan*, A.J. Nianogo*, L.L. Sawadogo** & Valérie Bougouma-Yameogo*

Keywords: Djalonké sheep - Level of concentrated - Intake - Growth - Burkina Faso.

Résumé

Trois niveaux (75%, 50% et 25%) d'incorporation de concentré dans la ration ont été utilisés pour étudier leurs effets sur l'ingestion, la croissance pondérale et le développement corporel chez 40 moutons Djalonké mossi âgés d'au moins 24 mois et répartis en 4 lots de 10 dont un témoin.

Après 84 jours d'alimentation, les résultats obtenus montrent que: (i) l'ingestion de la matière sèche est hautement affectée ($P < 0,001$) par le taux d'incorporation du concentré; (ii) les croissances pondérale et linéaire sont statistiquement identiques. Par ailleurs, des relations positives entre les quantités de matières sèches ingérées (MSI), l'énergie ingérée (UFI), les matières azotées ingérées (MATI) et les performances de croissance, notamment le gain moyen quotidien (GMQ), du mouton sont telles que $GMQ = 1,10 MSI - 10 = 1973,19 UFI - 10,13 = 15,27 MATI - 10,27$ ($R^2 = 0,53; 0,54; 0,58$). Le gain de poids est inversement proportionnel aux longueurs atlato et scapulo-ischiale et au périmètre thoracique; (iii) le rendement carcasse augmente lorsque la ration titre plus de concentré et le poids carcasse (PC) et le poids vif (PVJ) sont étroitement liés ($R^2 = 0,95; P = 0,0001$) à la hauteur au garot (HG), à la longueur atlato-ischiale (LAI), à la longueur scapulo-ischiale (LSI) au périmètre abdominal (PA) linéaires telles que: $PVJ = -39,98 + 0,24 HG + 0,12 LAI + 0,29 LSI + 0,25 PA$ et $PC = -33,90 + 0,16HG + 0,06 LAI + 0,09 LSI + 0,16 PA + 0,17 PT$ ($R^2 = 0,95; p = 0,0001$).

Il est donc possible de déterminer les différentes performances de croissance des animaux par de simples mesures linéaires.

Summary

Effect of Dietary Concentrate Rate on Intake, Weight Gain and Body Development in Djalonké Mossi Sheep

Three levels (75%, 50% and 25%) of concentrate were used to evaluate their effects on feed intake, weight gain and body development in sheep. Forty Djalonké Mossi lambs at least twenty-four (24) months old were split in four groups. Three groups were assigned the three levels of concentrate and fed during 84 days, and the fourth was a control, with all animals slaughtered on day one of the study.

Results indicated that: (i) dry matter intake is strongly affected ($p < 0.001$) by the level of concentrate; (ii) weight and linear growth do not vary greatly. However, relations between dry matter intake (DMI), nitrogen intake (NI), energy intake (EI) and sheep daily gain (DG) are noticed: $DG = 1.10 DMI - 10 = 1793.19 EI - 10.13 = 15.27 NI - 10.27$ ($R^2 = 0.53; 0.54; 0.58$). Furthermore, gain is inversely proportional to atlato-ischial scapulo-ischial and thoracic perimeter; relations between live bodyweight (LBW), carcass weight (CW) and atlato-ischial (LAI), scapulo-ischial (LSI), abdominal perimeter (PA) and high of withers (HW) are noticed: $LBW = -39.98 + 0.24 HW + 0.12 LAI + 0.29 LSI + 0.25 PA$ et $CW = -33.90 + 0.16 HW + 0.06 LAI + 0.09 LSI + 0.16 PA + 0.17 PT$ ($R^2 = 0.95; p = 0.0001$); (iii) carcass yield is greater with feed containing more concentrate. Results also indicate that it is possible to evaluate live bodyweight and carcass weight by using linear growth of animals.

Introduction

Au Burkina Faso, l'élevage est une composante non négligeable dans l'économie. Les exportations de bétail sur pieds, de viande et de cuirs et peaux en font la deuxième source de revenus extérieurs après le coton. En effet, entre 1991 et 1995, les exportations contrôlées du bétail ont augmenté de 61; 195 et 244% respectivement pour les bovins, les ovins et les caprins.

Parmi ces ruminants, l'élevage ovin connaît particulièrement un regain d'intérêt non seulement pour son coût d'acquisition faible et sa conduite facile, mais également pour son rôle socio-économique. C'est pourquoi de nombreux travaux (3, 6, 7, 11) se sont intéressés à divers aspects de son alimentation, afin de contribuer à une meilleure rentabilité de cette activité. Ces études

* INERA, Département Productions Animales, Kamboinsé, 03 BP 7192 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

** Université de Ouagadougou, Faculté des Sciences et Techniques, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

Reçu le 24.11.98 et accepté pour publication le 14.04.00.

montrent que le mouton Mossi a de bonnes potentialités de production de viande, et qu'il les extériorise lorsque les conditions environnementales sont adaptées. Cependant, peu d'investigations se sont orientées sur des éléments de prédiction de la productivité, notamment les relations pouvant exister entre la composition chimique de la ration et les performances des animaux; il en est de même pour le développement de certains caractères phénotypiques des animaux. Or, la plupart des animaux commercialisés le sont sur pieds sans norme objective d'appréciation. L'objectif de cette étude était la mise en évidence de relations objectives (i) entre la quantité de matière sèche, d'énergie et de matières azotées ingérées, et les performances de croissance et bouchère des ovins Mossi, et (ii) entre les dimensions corporelles de l'animal vivant et les caractéristiques pondérales des animaux.

Matériel et méthodes

A) Animaux

Quarante béliers Djalonké "Mossi" d'au moins deux ans, et castrés par la méthode sanglante un mois avant le début de l'expérience, ont été utilisés pour une durée de douze semaines. Pendant la phase d'adaptation (7 jours), les animaux ont bénéficié d'un déparasitage interne au PanacurND ovin et d'une vaccination contre la peste des petits ruminants au TissupestND.

B) Rations

Les animaux ont été répartis de façon aléatoire en quatre lots de dix et affectés aux rations indiquées dans le tableau 1. Les animaux du lot témoin ont été abattus dès le premier jour de l'essai. La fauche du *Pennisetum pedicellatum* Trin a été effectuée courant septembre au stade début épiaison. Il a été conditionné sous forme de foin après séchage au sol. La paille de sorgho, vieille de huit mois, a été achetée chez les producteurs au mois de juillet. Les animaux de poids moyen $24,35 \pm 5,80$ kg ont été maintenus en stabulation permanente dans des cases individuelles de digestibilité. La quantité de fourrage offerte aux animaux a été de 3,5% du poids vif (8); celui-ci a été distribué en deux tranches, respectivement à 8 h et 15 h. Le concentré, dont la composition chimique est indiquée dans le tableau 2, a fait l'objet d'un seul service quelque temps avant le premier service du fourrage. Les animaux ont bénéficié d'une alimentation hydrique à volonté.

Tableau 1
Schéma expérimental

Lot	1	2	3	Témoin
Nombre d'animaux	10	10	10	10
Poids vif moyen initial (kg)	25,21±6,67	23,84±4,96	23,66±6,89	25,41±5,38
CONCENTRE (en %)				abattus le premier jour
- Maïs	0	5	17,5	
- Tourteau de coton	0	2	2	
- Son de blé	71	40	0	
- Urée	0	0	0,75	
- Coquille d'huître	2	1	0	
- Huile	0	0	3	
- NaCl	2	2	2	
TOTAL CONCENTRE	75	50	25	
FOURRAGE (en %)				abattus le premier jour
- Paille de sorgho	25	0	0	
- Foin de <i>Pennisetum pedicellatum</i>	0	50	75	
TOTAL FOURRAGE	25	50	75	
VALEUR THEORIQUE				
- UF/kgMS	0,67	0,67	0,67	
- MAD (en % MS)	8,41	8,42	8,38	

C) Collecte des données

Sur les animaux, trois types de mesures ont été réalisées: (i) l'évolution pondérale et le GMQ par des pesées hebdomadaires des animaux à jeun; (ii) le développement corporel par la mesure toutes les 4 semaines, avant la distribution des repas du jour, de la hauteur au garrot (HG), des périmètres thoracique (PT) et abdominal (PA), de la longueur scapulo-ischiale (LSI) et de la longueur atlatto-ischiale (LAI) à l'aide d'un ruban métrique et d'une règle, tous gradués en centimètres, selon les nomenclatures déjà décrites (1); (iii) l'évaluation de la qualité bouchère par l'abattage de tous les animaux en fin d'expérience. L'analyse des parties de la carcasse a été réalisée à partir de la découpe de référence (2). Sur les aliments, les investigations ont porté sur l'ingestion volontaire par la pesée quotidienne des aliments distribués et des aliments refusés. La digestibilité des composants chimiques des rations a été estimée par la pesée quotidienne pendant les dix derniers jours, des quantités de fèces émises à l'aide d'une culotte portée au train postérieur de chaque animal.

Tableau 2
Composition chimique des rations

Paramètres	MS	MM	MO	MAT	CB	NDF	ADF	ADL
Concentré								
Ration I	90,78	9,18	90,82	10,12	6,22	39,83	11,21	4,99
Ration II	90,92	9,62	90,38	12,92	9,03	47,50	13,44	4,41
Ration III	93,42	9,01	90,99	14,49	4,30	19,60	7,10	2,80
Fourrage								
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	92,55	16,38	83,62	4,69	31,64	68,60	34,33	2,69
Paille de sorgho	95,35	7,10	92,90	3,66	43,51	81,54	52,01	8,50

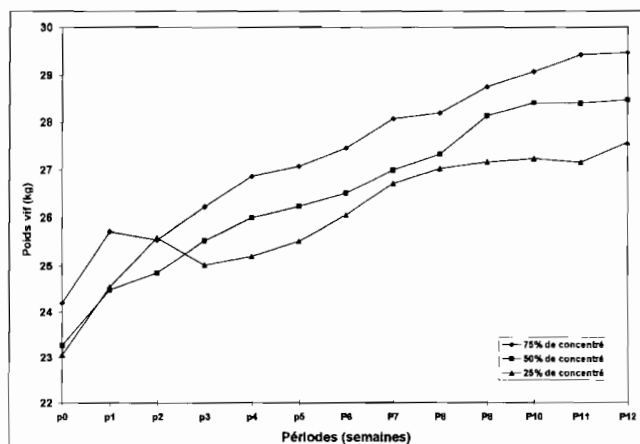


Figure 1 - Influence du taux de concentré sur l'évolution pondérale des animaux.

L'analyse statistique des données a été effectuée à l'aide du logiciel SAS (10) en utilisant la procédure GLM (General Linear Model).

Résultats

A) Influence de la ration sur la consommation alimentaire et la digestibilité

Les résultats sont indiqués dans le tableau 3. L'augmentation du taux d'aliments concentrés dans la ration améliore l'ingestion de la matière sèche et de la matière organique et, de manière significative celle du dernier nutriment. Par contre, les matières azotées ingérées sont significativement plus élevées lorsque la proportion d'aliments concentrés diminue. Cependant quel que soit la complémentation en concentrés, les trois régimes permettent de couvrir les besoins d'entretien estimés à 23 g/kg $p^{0,75}$. Les rations 1 et 3 contenant 0,75% d'urée ont donné les meilleurs résultats avec des niveaux d'alimentation respectifs de 1,63 et

Tableau 3
Ingestibilité des rations et digestibilité des composants chimiques

Paramètres	Ration			Pr>F
	1	2	3	
MSI (g/kg $p^{0,75}$)	65,90 ^a	62,26 ^a	58,13 ^a	0,188
MOI (g/kg $p^{0,75}$)	60,56 ^a	54,17 ^{ab}	50,75 ^b	0,041
MATI (g/kg $p^{0,75}$)	4,54 ^b	5,48	5,57 ^a	0,014
dMS (%)	58,59 ^b	63,43 ^b	72,59 ^a	0,0001
dMO (%)	61,76 ^b	64,98 ^b	73,13 ^a	0,0003
dMA (%)	43,15 ^c	53,88 ^b	68,72 ^a	0,0001
dNDF (%)	55,56 ^a	62,88 ^a	63,78 ^a	0,208
dADF (%)	57,13 ^a	54,80 ^a	54,64 ^a	0,872
MODI (g/kg $p^{0,75}$)	37,40	35,20	37,11	

Les lettres (a, b et c), lecture en ligne, lorsqu'elles diffèrent, indiquent une différence significative ($P < 0,05$). Pr = Probabilité. F est le rapport de la somme des moyennes des carrés pour les traitements pour chaque lot sur la somme des moyennes des carrés de l'erreur.

Légende:

MSI = Matière Sèche Ingérée
MOI = Matière organique ingérée
MATI = Matière azotée totale ingérée
NDF = Neutral Detergent Fiber
ADF = Acid Detergent Fiber
MDOI = Matière Organique Digestible Ingérée
d = digestibilité

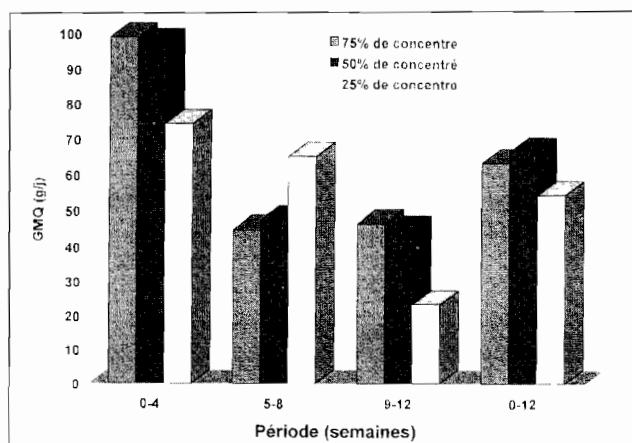


Figure 2 - Influence du taux de concentré sur le GMQ.

1,61. La comparaison des trois rations montre que l'incorporation d'urée (0,75%) dans la ration 3 augmente significativement la digestibilité de tous les composants chimiques sauf celle de l'ADF par rapport aux autres rations: 73,13% de dMO pour la ration 3 contre 61,76% et 64,98% pour les rations 1 et 2.

B) Influence de la ration sur les facteurs de croissance

a) Effet sur les performances pondérales

La figure 1 retrace l'évolution pondérale des animaux des trois lots jusqu'à 12 semaines d'alimentation, période d'adaptation comprise. Elle est assez régulière depuis le début de l'essai pour les animaux du lot 2, à partir de la 3^{ème} semaine pour ceux du lot 3, à partir de la 2^{ème} semaine pour les animaux recevant le plus fort taux (75%) d'aliment concentré. Après ces périodes, que l'on pourrait qualifier d'adaptation, les animaux du lot 1 sont toujours restés les plus lourds et ceux recevant 75% de fourrage les plus légers jusqu'à la fin de l'expérience. Les gains de poids varient de 54 à 67 g/j, avec le plus élevé chez les animaux du lot 2, mais ne présentent statistiquement aucune différence significative. Par contre des réductions de croît de l'ordre de 64% (Figure 2) sont observées chez les animaux nourris avec un taux élevé (75%) de foin de *Pennisetum pedicellatum*. L'analyse des différentes corrélations entre les gains de poids et les nutriments ingérés par poids métabolique indique l'existence d'une relation traduite par l'équation suivante: $GMQ_{12S} = 1,10 MSI - 10 = 1793, 19 UFI - 10,13 = 15,27 MATI - 10,27$ ($R^2 = 0,58; 0,58; 0,37$) où GMQ_{12S} est le gain moyen quotidien en g/j à douze semaines; MSI est la quantité de matière sèche ingérée exprimée en g par kg de poids métabolique, MATI est la quantité de matière azotée totale ingérée exprimée en g par kg de poids métabolique et UFI est l'énergie ingérée exprimée en unité fourragère par poids métabolique.

b) Effets sur les dimensions corporelles

L'effet du taux d'aliment concentré sur le développement des dimensions corporelles (Tableau 4), indique une variation positive, particulièrement pour la longueur

Tableau 4
Effet du taux de concentré sur l'accroissement (en %) des dimensions corporelles

Paramètres (cm)	Taux d'aliment concentré		
	25%	50%	75%
Périmètre thoracique	6,47	7,49	4,23
Périmètre abdominal	9,69	9,39	2,66
Hauteur au garrot	-1,26	3,29	2,78
Longueur atlato-ischiale	39,55	27,97	35,19
Longueur scapulo-ischiale	56,71	52,20	47,15

atlato-ischiale, la longueur scapulo-ischiale et pour le périmètre abdominal quel que soit le traitement. Ces augmentations, plus importantes pour la LSI, sont de l'ordre de 47,15%; 52,20% et 56,71% respectivement pour les niveaux de 75,50 et 25% de concentré. En outre, on note une croissance plus importante du périmètre abdominal chez les animaux recevant 75% de foin de *Pennisetum pedicellatum*: 9,69% contre 9,39% et 2,66% respectivement pour les animaux recevant 25% de paille de sorgho et 50% de foin de *Pennisetum pedicellatum*. Par ailleurs, des corrélations très positives existent entre le poids vif à jeun et les différentes mesures linéaires effectuées (Tableau 5) et se traduisent par la relation $PVJ \text{ (kg)} = -39,98 + 0,24 \text{ HG} + 0,12 \text{ LAI} + 0,29 \text{ LSI} + 0,25 \text{ PA}$ ($R^2=0,95$; $p=0,0001$) où les mesures baryométriques sont exprimées en centimètres.

c) Effet sur la qualité de la carcasse et l'importance relative des régions corporelles

Les résultats de découpe (Tableau 6) montrent que l'augmentation du taux d'aliment concentré dans la ration n'a entraîné qu'un faible accroissement du poids et du rendement carcasse; les poids carcasses sont de 10,93 kg; 11,17 kg et 12,81 kg respectivement pour le lot témoin et ceux recevant 25%; 50%; 75% d'aliment concentré. Ces poids carcasses sont fortement liés aux dimensions corporelles par la relation $PC \text{ (kg)} = -33,90 + 0,16 \text{ HG} + 0,06 \text{ LAI} + 0,09 \text{ LSI} + 0,16 \text{ PA} + 0,17 \text{ PT}$ ($R^2 = 0,95$; $p = 0,0001$). Les rendements carcasse varient de 48,37% à 52,18% dans le même sens. En considérant seulement les morceaux de découpe, l'effet concentré semble plus bénéfique pour la selle: son poids est de 10 kg pour les animaux du lot à plus fort taux d'aliment concentré contre 8,78 kg pour ceux nourris avec 25% d'aliment concentré. Les proportions relatives de la somme des morceaux de la 1^{ère} catégorie ainsi que les gras périrénal et de toilette ont évolué dans le même sens que l'augmentation de l'aliment concentré.

Tableau 6
Effet du taux de concentré sur l'importance relative des régions corporelles

Paramètres	Taux d'aliment concentré				Erreur Standard
	75%	50%	25%	Témoin	
Poids vif moyen (kg)	27,38	26,49	25,99	24,06	0,09
Carcasse (kg)	12,81	12,23	11,17	10,93	0,08
Rendement vrai (%)	52,18	50,79	50,62	48,37	0,01
Gras périrénal	0,51	0,52	0,46	0,27	0,006
Gras de toilette	0,81	0,84	0,53	0,39	0,01
% gigot	22,96	22,40	23,82	23,24	0,005
% selle	10,00	9,32	8,60	8,78	0,004
% filet	8,90	9,64	8,42	7,32	0,006
% carré couvert	10,62	10,96	10,38	11,52	0,43
% catégorie 1	52,46	52,33	51,21	50,87	0,69
% carré découvert	8,90	8,66	8,96	8,24	0,004
% épaule	19,82	26,33	17,54	20,32	0,33
% catégorie 2	28,73	34,99	26,50	28,55	3,18
% poitrine	7,80	6,54	6,98	6,22	0,59
% collier	8,90	8,50	9,14	9,52	0,004
% catégorie 3	16,71	15,04	16,11	15,74	0,004

Discussion

Les résultats obtenus dans la présente étude montrent un effet significatif ($P < 0,0001$) de l'augmentation du niveau d'apport en aliments concentrés sur les quantités ingérées quelle que soit la nature du fourrage comme l'ont par ailleurs indiqué certains travaux (3,5,6,7). Cependant, les faibles valeurs d'ingestion dans notre étude par rapport à celles signalées par d'autres auteurs (6,7), pourraient s'expliquer par la différence d'âge des animaux et des valeurs énergétiques et azotées plus importantes des rations utilisées. Des valeurs comparables ont été obtenues sur des ovins peuls âgés de 18 mois pendant 65 jours (11). En tout état de cause, les résultats obtenus montrent qu'à partir d'un certain seuil, l'ingestion augmente avec le taux d'aliment concentré. On note un effet significatif de l'incorporation d'urée sur les quantités de matières azotées ingérées et sur la dMS, dMO et dMA (respectivement +11,57% et +8,15% par rapport aux rations 1 et 2). Cependant, la faible dMO et dMS de la ration 1 pourrait s'expliquer d'une part, par l'état du fourrage utilisé et, d'autre part, par la forte proportion d'aliments concentrés (75% et 50%) qui diminue le temps de séjour des aliments dans le tube digestif, dans le réticulo-rumen principalement, suite à l'augmentation du niveau d'ingestion (9). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus avec des fourrages de *Schoenefeldia*

Tableau 5
Matrice de corrélation (R^2) entre les mesures linéaires et les paramètres de croissance

Paramètres	GMQ	PVJ	PC	Pmét.
PT	-0,46 (0,02)	0,88 (0,0001)	0,85 (0,0001)	-0,87 (0,0001)
PA		0,87 (0,0001)	0,89 (0,0001)	0,87 (0,0001)
HG	-0,42 (0,04)	0,90 (0,0001)	0,90 (0,0001)	0,91 (0,0001)
LAI	-0,67 (0,0003)	0,81 (0,0001)	0,78 (0,0001)	0,87 (0,0001)
LSI	-0,45 (0,01)	0,78 (0,0001)	0,71 (0,0001)	0,79 (0,0001)

Légende:

GMQ = Gain Moyen Quotidien
LAI = Longueur atlato-ischiale
LSI = Longueur scapulo-ischiale

PA = périmètre abdominal
PC = poids carcasse
P mét = poids métabolique

PT = périmètre thoracique

gracilis traités à 6% d'urée après humidification à 60% (5) et témoignent de l'influence de la composition physique et chimique des rations et de l'âge dans la maîtrise de l'ingestion volontaire des animaux.

Sur des béliers de la même race, des résultats nettement supérieurs ont été relevés (3) avec des GMQ de 57 à 71 g et 79 à 89 g respectivement pour des animaux de 18 mois recevant 25% et 50% d'aliment concentré. La faiblesse des gains de poids enregistrée par nos animaux peut s'expliquer soit par la composition chimique des régimes utilisés et en particulier celle des aliments concentrés, soit par l'âge (\geq deux ans) de nos animaux. Néanmoins, alimentés avec 25%; 50% ou 75% de taux de concentré les animaux ont assuré respectivement des croûts de 23 à 54 g; 44 à 66 g et 46 à 63 g traduisant ainsi la supériorité alimentaire du concentré contenant 5% de son de maïs et 40% de son de blé. Globalement, l'augmentation du taux d'aliment concentré à taux d'énergie invariable améliore légèrement les performances de croissance chez les ovins. Cependant, le taux d'aliment concentré agit différemment sur l'accroissement des différentes dimensions corporelles. Cette croissance est inversement proportionnelle au taux d'incorporation d'aliment concentré pour le périmètre thoracique, le périmètre abdominal et la longueur scapulo-ischiale; plus le taux de concentré augmente moins important est l'accroissement de ces caractères. Comme l'indiquent les résultats de certains travaux (1) conduits sur la croissance de 15 mesures corporelles linéaires de la race ovine iranienne Mehraban, les caractères corporels à développement tardif (périmètre thoracique, périmètre abdominal) n'atteignent 98% de leur degré de maturité qu'à 35 mois d'âge. En ce qui concerne particulièrement la croissance linéaire du périmètre abdominal, nous avons noté que ce phénomène est probablement lié au développement du tractus digestif, notamment la panse, où séjournent plus longtemps les fourrages, et le gros intestin (7); nous avons en effet relevé des corrélations étroites ($R = 0,81$) entre le poids plein du tube digestif et le périmètre abdominal des animaux. En outre, l'analyse de la matrice des corrélations (Tableau 5) montre des coefficients significatifs ($p < 0,0001$) permettant de prédire les relations entre les différentes mesures linéaires et les paramètres de croissance chez cette espèce ovine en fonction de l'apport en aliment

concentré: plus ce taux est élevé et moins important est l'accroissement du périmètre abdominal. Sur des mâles entiers des rendements carcasse similaires (6) et supérieurs (3, 11) à ceux de la présente étude (Tableau 6) ont été obtenus. Les rations comportant peu d'aliment concentré présentent les rendements les plus faibles. De même des résultats similaires ont été obtenus (4) avec des rations peu énergétiques. La valeur relative des morceaux de la 1^{ère} catégorie obtenue se rapproche de celle obtenue ailleurs (3) mais est supérieure à celles observées par certains auteurs (6).

Conclusion

Bien qu'engendrant une augmentation de l'appétit des animaux, le taux d'aliment concentré a très peu affecté les gains de poids. On observe également que malgré un niveau d'ingestion relativement élevé (environ 7,77 g de MS/Kg $P^{0,75}$ de plus par rapport aux autres lots), le lot recevant 75% d'aliments concentrés a enregistré une faible dMS, dMO, dMA et n'a pas produit des gains de poids particulièrement élevés. Ceci peut s'expliquer par le fait que les rations étaient iso-énergétiques et iso-protéiques et par la qualité nutritive du fourrage associé. Les résultats montrent que le croît quotidien, le poids vif et les poids carcasse peuvent être évalués grâce à de simples mesures baryométriques. Cette possibilité pourrait être particulièrement utilisée pour les travaux en milieu réel. Sur un plan pratique, les performances de croissance acquises par les animaux du lot 2, tout comme certains travaux (3) l'ont déjà prouvé, confirment l'intérêt de la maîtrise des méthodes de coupe et de conservation des fourrages. Cette approche a l'avantage de limiter le coût de l'alimentation, et de permettre une meilleure valorisation des fourrages naturels et des résidus de récolte. De plus elle tient compte de la faible disponibilité des aliments concentrés dans certaines zones rurales.

Il convient de noter que l'un des principaux facteurs limitant la quantité de foin stocké est l'accaparement des producteurs par les travaux champêtres. Il serait par conséquent utile de mettre l'accent sur une mécanisation partielle de la récolte de fourrage naturel (utilisation de traction animale et de botteleuses manuelles).

Références bibliographiques

1. Bathaei S.S., 1995. La croissance et le développement corporel de la naissance à la maturité dans la race ovine iranienne Mehraban à queue grasse. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop*, **48**, 181-194.
2. Boccard R. & Dumont B.L., 1995. Etude de la production de viande chez les ovins. 1. La découpe des carcasses. Définition d'une coupe de référence. *Ann. Zootech.*, **3**, 241-257.
3. Bougouma-Yameogo V., Nianogo A.J., Cordesse R. & Nassa S., 1997. Influence de la qualité du fourrage et du taux de concentré sur les performances de croissance et d'engraissement de béliers "Djalonné" de type "Mossi" *Revue Méd. Vét.*, **148**, 299-306.
4. Drouillard J.S., Klopfenstein T.J., Briton R.A., Bauer M.L., Cramlich S.M., Wester T.J. & Ferrell C.L., 1991. Growth body composition and visceral organ mass and metabolism in lambs during and after metabolizable protein or net energy restrictions. *J. Anim. Sci.* **69**, 3357-3375.
5. Nianogo A.J., Bougouma-Yameogo V. & Cordesse R., 1997. Ingestibilité et digestibilité de deux fourrages tropicaux distribués en l'état, traités à l'urée ou complétés en matières azotées. *Ann. Zootech.*, **46**, 439-449.
6. Nianogo A.J., Soma L., Bonkougou G.F.X., Nassa S. & Zoundi S.J., 1995. Utilisation optimale de la graine de coton et des fourrages locaux pour l'engraissement des ovins Djalonné type "Mossi" *Rev. Res. Prod. Agr. Milieu Aride*, **7**, 179-195.
7. Nignan M., 1997. Influence du taux de concentré sur l'ingestibilité et les paramètres de croissance en relation avec les caractéristiques du tube digestif chez les ovins. Mémoire DEA, FAST, Université de Ouagadougou. Burkina Faso. 42 p.
8. Rivière R., 1991. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Ministère de la coopération (France). Manuels et précis d'élevage (IEMVT) N 9, 2^{ème} édition, 527 p.

9. Rode L.M. & Satter L.D., 1988. Effect of amount and length of alfalfa hay in diets containing barley or corn on site of digestion and rumen microbial protein synthesis in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, **17**, 37-32.
10. Sasuser's guide, 1994. Inst, Inc. Cary, NC, 40 p.
11. Zoundi S.J., Sawadogo L.L. & Nianogo A.J., 1994. Croissance compensatrice d'ovins alimentés sur parcours naturels: analyse des gains de poids et des caractéristiques de la carcasse. *Rev. Res. Amél. Prod. Agric. Milieu Aride*, **6**, 179-196.

Nignan M.: Burkinabé. DEA. Ingénieur de recherche.

Nianogo A.J.: Burkinabé. PhD. Maître de Conférence, Chef de Département Productions Animales.

Sawadogo L.L.: Burkinabé. Doctorat d'état es-sciences. Professeur, Doyen de la Faculté des Sciences et Techniques.

Bougouma-Yaméogo Valérie: Burkinabée. Doctorat. Ingénieur de recherche.

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

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

You are interested in Tropicultura! Make sure to inform us any change of your address in advance. Otherwise your issue will be sent back to us with the postal remarks "Addressee 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.

Efficacité comparée de deux méthodes de maîtrise de la reproduction de la brebis Djalonké, variété 'Mossi'.

H. Boly¹, L. Miaro III¹, H. Tamboura², L. Sawadogo³, J. Sulon⁴, J.F. Beckers⁴ & P. Leroy⁴

Keywords: Djalonké var. 'Mossi' ewe – Estrous synchronisation.

Résumé

Une comparaison des méthodes de synchronisation zootechnique (effet bélier) et hormonale (Fluoro Gestone Acetate ou FGA, et Pregnant Mare Serum Gonadotropin ou PMSG) des chaleurs et des mises bas est réalisée sur 24 brebis Djalonké de la variété 'Mossi'. L'observation des chaleurs et des montes suivie du dosage de la progestérone plasmatique indique que la méthode de synchronisation zootechnique ou 'effet bélier' assure une bonne synchronisation des chaleurs ($4,8 \pm 2,2$ jours de délai moyen d'apparition des chaleurs) et un bon regroupement des mises bas (10 jours). La méthode hormonale par FGA et PMSG est efficace pour la synchronisation des chaleurs ($3,1 \pm 2,0$ jours) et par contre peu intéressante pour le regroupement des mises bas (21 jours). Cette méthode entraîne aussi une baisse de la fertilité qui semble liée aux doses de FGA et PMSG, relativement élevées pour les brebis 'Mossi' qui sont de plus petit format.

Summary

Estrous Synchronisation in Djalonké, var. 'Mossi' Ewes : Comparison of Hormonal Treatment and Ram Effect

Zootechnical (ram effect) and hormonal (Fluoro Gestone Acetate or FGA, and Pregnant Mare Serum Gonadotropin or PMSG) methods on estrous and parturition synchronisation were tested on 24 Djalonké var. 'Mossi' ewes. The use of ram jumping combined with plasma progesterone assay showed that the zootechnical method using male effect provides better estrous synchronisation (4.8 ± 2.2 days for estrous delay) and better gathering of parturition (within 8 days). The hormonal method by FGA + PMSG provide good estrous synchronisation (3.1 ± 2.0 days) but lead to a weak lambing gathering (within 21 days). After hormonal induction of estrous, a lower fertility was observed and seems to be related to the doses of FGA and PMSG with were relatively high for these small format of Djalonké var. 'Mossi' breed.

Introduction

L'activité sexuelle de la brebis Djalonké variété 'Mossi' sous les tropiques est continue avec cependant 2 pics de mise bas: 2/3 en début de saison sèche, et 1/3 en fin de saison sèche ou début de saison pluvieuse (1/3) (4, 5, 14). Ce fait constitue un handicap majeur pour la gestion rationnelle de l'élevage du mouton 'Mossi' car les mises bas en début de saison sèche ne sont pas favorables à une survie ou une bonne croissance des agneaux. Par ailleurs, l'optimisation de l'exploitation de cette variété, notamment aux périodes de très fortes demandes (fêtes coutumières et religieuses, fin d'année) exige la mise en œuvre d'un système de planification de la production à travers une bonne maîtrise de la reproduction (3, 6, 7, 11, 18). Les méthodes de maîtrise de la reproduction des brebis actuellement disponibles, ont été établies sur les races sélectionnées pour les milieux tempérés, qui ont une physiologie sexuelle bien différente des races tropicales (4, 5, 9, 12, 19). La race Djalonké est de petit format (25-30 kg et 40-50 cm de hauteur), trypanorésistante (2), rustique et bien adaptée au climat soudano-sahélien à faible variation de la photopériode (1h 27'). Il convient donc de rechercher des méthodes de synchronisation des

chaleurs adaptées à cette race pour la maîtrise de sa reproduction.

La présente étude consiste à comparer l'efficacité de différentes méthodes de synchronisation des chaleurs et des mises bas, notamment la synchronisation zootechnique (effet bélier) et hormonale (Fluoro Gestone Acetate ou FGA, et Pregnant Mare Serum Gonadotropin ou PMSG).

Matériel et Méthodes

Animaux

Les brebis Djalonké variété 'Mossi' ont été prélevées du troupeau de la station expérimentale de Gampela, située à une vingtaine de km à l'est de Ouagadougou (12°22 latitude nord et 1°31 longitude ouest). L'élevage des animaux est de type semi-intensif avec quotidiennement 4 heures de parcours sur le pâturage naturel de la station composé essentiellement de *Pennisetum*, de *Bracharia*, de *Cenchrus*, de *Schoenefeldia*, de *Aristida* et de tiges de sorgho. Cette ration est complétée par 200 g de graines de coton ou de drêche de brasserie

¹IDR, Univ. Ouagadougou BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso, Email: boly@fast.univ-ouaga-bf

²INERA, BP 7192 Ouagadougou 03 Burkina Faso.

³FAST, Univ. Ouagadougou BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

⁴FMV de Liège, Bd de Colonster, 20 B41, B4000 Liège, Belgique.

et de pierre à lécher selon la disponibilité. L'eau est disponible à volonté.

La présente étude s'est déroulée de juillet 1995 à mai 1996. Un nombre de 24 brebis d'âge compris entre 3 et 5 ans et pesant entre 20 et 35 kg a été prélevé du troupeau de base de la station. Ces brebis n'ont aucun antécédent pathologique majeur, présentent une bonne activité de reproduction et ont été diagnostiquées non gestantes par palpation transabdominale. Un bélier entier, de bonne libido, ayant 4 ans et pesant 40 kg a été utilisé pour les montes. Il est maintenu totalement séparé sans aucun contact physique, visuel ou olfactif avec les brebis. La période d'observation et d'adaptation aux conditions expérimentales a duré 3 mois. Les brebis ont été subdivisées en 3 lots de 8 brebis pour suivre le protocole expérimental décrit ci-dessous.

Protocole expérimental

Méthodes de synchronisation des œstrus

Méthode zootechnique ou 'effet bélier'

Elle concerne le lot 1 et consiste à isoler les brebis de tout contact avec un mâle pendant 3 mois. Le bélier reproducteur est ensuite introduit au sein des brebis pendant 2 heures le matin (8-10h) et l'après-midi (16-18h). Le comportement sexuel et les montes sont observés durant 21 jours, couvrant ainsi plus du cycle sexuel de la brebis 'Mossi' de 18 ± 4 jours (4). Une prise de sang jugulaire suivi de recueil du plasma par centrifugation à 5000 trs/min pendant 10 mn est réalisée quotidiennement pour suivre les profils de la progestérone plasmatique après les saillies. Le dosage de la progestérone est effectué par RIA dans le laboratoire de physiologie de la reproduction de la Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège en Belgique (1). Le seuil de détection est de 0,25 ng/ml. La cyclicité des brebis est ainsi suivie notamment les saillies non fécondantes et les retours en chaleur.

Méthode hormonale (FGA + PMSG)

Elle concerne le lot 2 et a consisté à introduire un dispositif intra-vaginal imprégné de progestagène (FGA à 40 mg, Intervet) pour une durée de 14 jours. Au retrait des éponges vaginales, une dose de 600 UI de PMSG selon les indications du fabricant (Chrono-gest, Intervet) par brebis est injectée en IM. Le bélier a été également introduit pour la monte pendant 2 heures, le matin (8-10h) et l'après-midi (16-18h). Une prise de sang est aussi effectuée quotidiennement pour le dosage de la progestérone plasmatique selon la technique développée au laboratoire de Physiologie de la reproduction de la Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège (Belgique) (1).

Méthode de lutte libre

Elle concerne le lot 3 et consiste à laisser les brebis et les mâles en lutte libre au niveau du troupeau de base de la station.

Suivi de la gestation et des mises bas

Les saillies supposées fécondantes par le dosage de la progestérone sont confirmées par palpation transabdominale au 4^{ème} mois, suivie de l'observation du développement des mamelles. Les mises bas sont enregistrées et un intervalle maximum de 21 jours est retenu pour apprécier la réussite de la synchronisation des mises bas.

Méthodes d'analyse

Les données ont été analysées au moyen du logiciel SAS (16). L'étude des relations entre les différentes variables est effectuée par le test de corrélation de Pearson. Les effets des différents facteurs de variation ont été appréciés par l'analyse de variance non orthogonale à effet fixe de Friedman (ANOVA). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm écart type et les différences considérées significatives au seuil de probabilité de $p < 0,05$.

Résultats

Synchronisation des œstrus

Méthode zootechnique

Les brebis du lot 1 soumises à l'effet bélier ont toutes montré des signes d'œstrus dans les 8 jours qui ont suivi l'introduction du bélier. Une manifestation d'œstrus a même été observée 24 heures seulement après l'introduction du bélier. Le maximum des montes s'est produit au 5^{ème} jour après l'introduction du bélier. Sur l'ensemble du lot, la moyenne de jours d'apparition des œstrus est de $4,8 \pm 2,2$ jours. Le délai d'observation de 21 jours a permis de noter un retour en chaleur au 16^{ème} jour après la monte précédente. Le dosage de la progestérone plasmatique indique bien le retour en chaleur de cette brebis comparativement aux autres brebis n'ayant pas montré de retour en chaleur. Il n'existe pas de relation significative ($P > 0,05$) entre l'apparition des chaleurs et l'âge ou le poids des brebis.

Méthode hormonale

Les brebis du lot 2 soumises au traitement hormonal (FGA + PMSG) ont toutes montré des signes d'œstrus dans les 6 jours qui ont suivi le retrait des éponges vaginales. Le maximum des montes s'est produit au 3^{ème} jour. Sur l'ensemble du lot, la moyenne de jours d'apparition des œstrus est de $3,1 \pm 2$ jours. Le moment de manifestation des chaleurs est indépendant de l'âge ou du poids des brebis ($P > 0,05$). Le délai d'observation de 21 jours a permis de noter 2 brebis ayant manifesté des retours en chaleur au 15^{ème} et 16^{ème} jours après les montes précédentes ayant eu lieu respectivement au 1^{er} et 2^{ème} jours de retrait des éponges vaginales. Le dosage de la progestérone plasmatique de ces brebis illustre bien ces retours en chaleur par des concentrations inférieures à 0,25 ng/ml.

Méthode de lutte libre

Les brebis du lot 3 soumises à la lutte libre ont mani-

festé des signes d'œstrus sur 62,5% des brebis dans l'intervalle de 21 jours d'observation. Les montes sont pratiquement continues sans facteur de liaison évidente. L'âge et le poids des brebis n'ont pas une influence sur le moment des chaleurs.

Suivi de la gestation et des mises bas

Suivi de la gestation

Le diagnostic de la gestation par la courbe de progestérone et la palpation transabdominale effectuées 4 mois après les premières manifestations d'œstrus sur les brebis des trois lots indique 75% de brebis gestantes dans le lot 1; 37,5% dans le lot 2 et 62,5% dans le lot 3. L'introduction du bélier dans les lots 1 et 2 a permis de confirmer les résultats obtenus car toutes les brebis diagnostiquées vides ont manifesté des œstrus.

Dans le lot 1, l'âge et le poids des brebis n'ont aucun effet significatif sur la gestation des brebis ($P > 0,05$). Dans le lot 2, il y a un effet significatif du poids ($r = 0,60$; $p < 0,05$) et du moment de venue en œstrus après le retrait des éponges vaginales ($r = 0,81$; $p < 0,05$) sur les brebis diagnostiquées vides. En effet, le poids moyen des brebis vides du lot 2 était de $24,56 \pm 3,63$ kg contre $31,46 \pm 2,16$ kg pour les brebis gestantes. En outre, les brebis ayant manifesté des chaleurs au cours des 3 premiers jours après le retrait des éponges vaginales (62,5% de l'effectif) se sont toutes avérées vides après le diagnostic de gestation.

Les mises bas

Dans le lot 1, toutes les brebis confirmées gestantes ont mis bas dans un intervalle de 10 jours. La comparaison de la dispersion des naissances sur 10 jours avec la dispersion des œstrus sur 8 jours montre bien la réussite du regroupement des naissances dans ce lot. La durée moyenne de gestation est de $147,5 \pm 2,3$ jours, et il n'existe pas de relation entre l'ordre des saillies et l'ordre des naissances ($P > 0,05$). Le poids moyen des agneaux à la naissance est de $2,15 \pm 0,18$ kg; il n'existe pas d'effet significatif ($p > 0,05$) de la durée de la gestation sur le poids de naissance des agneaux.

Dans le lot 2, toutes les brebis gestantes ont mis bas dans un intervalle de 21 jours. Cette dispersion des mises bas sur 21 jours comparée à la dispersion des œstrus sur 6 jours montre que les naissances sont peu regroupées dans ce lot. La durée moyenne de gestation est de $147,0 \pm 1$ jours. Cette durée n'est pas significativement différente ($p > 0,05$) de celle obtenue dans le lot 1. Le poids moyen des agneaux à la naissance est de $2,37 \pm 0,44$ kg; il n'existe pas d'effet significatif ($p > 0,05$) de la durée de la gestation sur le poids à la naissance des agneaux.

Dans le lot 3; 50% des brebis ont mis bas dans l'intervalle de 21 jours prévus, alors que 62,5% des brebis ont été diagnostiquées gestantes. La brebis restante a mis bas après le délai prévu pour l'enregistrement des mises bas. Cette dispersion des naissances comparée à la dispersion des œstrus sur 21 jours montre que le regroupement des naissances n'est pas obtenu dans ce lot. Le poids moyen des agneaux à la naissance est de $2,17 \pm 0,42$ kg.

Discussion

L'étude comparative des méthodes de synchronisation zootechnique 'effet bélier' et hormonale (FGA + PMSG) des œstrus chez la brebis 'Mossi' montre que ces deux méthodes sont efficaces pour la synchronisation des œstrus comparativement à la méthode de monte libre classique. L'intervalle moyen d'apparition des chaleurs de 4,8 et 3,1 jours respectivement pour 'l'effet bélier' et le traitement hormonal est comparables à la plupart des résultats antérieurs (8,10,13,17). Les manifestations de chaleur sont comparables à celles précédemment décrites par Boly *et al.* (4) chez la brebis 'Mossi'. La durée du cycle, observée par le retour en chaleur et le dosage de la progestérone plasmatique s'inscrit également dans les limites observées par Boly *et al.*, (4) en saison sèche et fraîche, favorable à une bonne activité de reproduction des brebis sous ces latitudes.

Le regroupement des naissances est meilleur dans le lot 1 soumis à 'l'effet bélier' par rapport au lot 2 (traitement hormonal). Le lot 3 soumis à la monte libre est aussi supérieur au lot 2 pour la synchronisation des mises bas. Le faible taux de réussite de la synchronisation des mises bas du lot 2 pourrait être lié au niveau des traitements hormonaux appliqués (FGA et PMSG) qui ont été établis pour des normes de brebis européennes plus lourdes (40 kg) comparativement aux brebis 'Mossi' d'environ 25 kg. Les éponges vaginales sont dosées à 40 mg de FGA et cette forte imprégnation de progestagène diminue la fertilité par une double action synergique: 1 – inhibition du système hypothalamo-hypophysaire par répression du générateur des pulses à GnRH, réduisant la sécrétion de l'hormone stimulant la folliculogénèse (FSH) et de l'hormone lutéinique (LH); 2 – modification de la glaire cervicale et de la motricité de l'oviducte, indispensable à la capacitation des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles (15). Cela est confirmé par le diagnostic de gestation effectué sur les brebis de ce lot. En effet, toutes les brebis diagnostiquées non gestantes ont un poids vif moyen significativement ($P < 0,05$) inférieur de 25% comparativement aux brebis gestantes. En outre, les 62,5% des brebis de ce lot qui ont manifesté des signes d'œstrus dans les 3 jours après le retrait des éponges vaginales ont toutes été diagnostiquées vides alors que les deux brebis avec un retour en œstrus au 15^{ème} et 16^{ème} jours, ont toutes les deux été diagnostiquées gestantes.

La dose de 600 UI de PMSG semble aussi élevée pour cette race de petit format et il est reconnu que la superovulation entraîne une baisse de la fertilité par augmentation des résorptions embryonnaires précoces. Ces observations auraient pu être mieux objectivées par des techniques échographiques ou endoscopiques. La fertilité du bélier ne semble pas être incriminée car les meilleurs résultats des autres lots ont été obtenus avec le même géniteur. L'utilisation d'un seul bélier a permis de réduire les variations liées à la qualité de la semence du mâle. Le nombre de femelles n'est certes pas suffisant pour une analyse plus fiable, mais il permet l'usage d'un même géniteur dans le temps, réduisant ainsi cette autre source non négligeable de variation.

Conclusion

La méthode de synchronisation zootechnique ou 'effet bélier' assure une bonne synchronisation des chaleurs ($4,8 \pm 2,2$ jours de délai moyen d'apparition des chaleurs) et un bon regroupement des mises bas (regroupements de mises bas sur 10 jours). C'est une méthode tellement plus simple et moins coûteuse que la méthode hormonale par l'Acétate de Fluoro Gestone (FGA) plus la Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG) qui paraît efficace pour la synchronisation des chaleurs ($3,1 \pm 2$ jours), mais par contre peu intéressante pour le regroupement des mises bas. Cette méthode entraîne une baisse de la fertilité qui semble liée aux doses de FGA et PMSG relativement élevées pour la brebis 'Mossi' de petit format.

Remerciements

Les auteurs adressent leur sincères remerciements au projet Belge CIUF/UO/SPA, au laboratoire de physiologie de la reproduction et l'IVT de Liège de la FMV de Liège pour les dosages de la progestérone notamment Banga B.H., Gbangboché A.B. de l'IVT de Liège (Belgique). Ils expriment également leur gratitude au Drs V. Parez, Intervet Angers et E. de Rooij, Intervet, Pays-Bas pour la fourniture des éponges vaginales et la PMSG.

Références bibliographiques

- Beckers J.P., Ballman P., Ectors F. & Derivaux J., transmise par Herlant M., 1975. Le dosage radio-immunologique de la progestérone plasmatique chez la vache. C.R. Acad. Sc. Paris, 280: 335-338.
- Bengaly Z., Clausen P.H., Boly H. & Duvallet G., 1993. Comparaison de la trypanosomose expérimentale chez les petits ruminants au Burkina Faso. *Rév. Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.*, 1993, **46**(4): 563-570.
- Berger Y. & Ginisty L., 1980. Bilan de quatre années d'étude de la race ovine Djalonné en Côte-d'Ivoire. *Rév. Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.* **33**(1): 71-78p.
- Boly H., Magagi L., Konate L., Viguier-Martinez M.C. & Yenikoye A., 1992. Cycle œstral et croissance folliculaire de la brebis Djalonné, variété "Mossi" *Rév. Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.*, **45**(3-4): 335-340 p.
- Boly H., Koubaye A., Viguier-Martinez M.C. & Yenikoye A., 1993. Gestation et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djalonné, variété "Mossi" *Rév. Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.*, **46**(4): 631-636p.
- Bourzat D., Bonkoungou E., Richard D. & Sanfo R., 1987. Essais d'intensification de la production animale en zone sahélo-soudanienne: alimentation intensive des jeunes ovins dans le Nord du Burkina. *Rév. El. Méd. Vét. Pays Trop.*, **40**(2): 151-156p.
- Dumas R., & Raymond H., 1974. Elevage des petits ruminants dans les circonscriptions de Kaya-Ouahigouya et du sahel. SEDES, Paris: 273p.
- Dutt R.H., 1953. Induction of Estrus and Ovulation in Anæstrual Ewes by use of Progesterone and Pregnant Mare Serum. *J. of An. Sci.* **12**(2): 515 p.
- Gaillard Y., 1979. Caractéristiques de la reproduction de la brebis Oudah. *Rév. Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.* **92**(3): 285-290p.
- Gauthier D., Yaouanc A., Cochaud J. & Mauleon P., 1981. Influence d'une sous-alimentation de la vache allaitante sur l'induction de l'ovulation par l'hormone gonadotrope sérique (PMSG) au cours du post-partum. *Reprod. Nut. Dévelop.*, 21: 577-583p.
- Inera, 1992. Programme de production animale. Rapport d'activité 1992. MESSRS Ouagadougou. Burkina Faso: 45p.
- Lahlou K., 1991. Reproduction ovine. Institut Agronomique et Vétérinaire (I.A.V.), B.P. 6202 Rabat, Maroc: 35 p.
- Land R.B., Pelletier J., Thimonier J. & Mauleon P., 1973. A quantitative study of genetic differences in the incidence of estrus, ovulation and plasma luteinizing hormone concentration in the sheep. *J. Endocr.* **58**: 305-317p.
- Nianogo J.A., Nassa S. & Theriez M., 1996. Etude de l'élevage ovine en milieu villageois des zones sahéliennes et soudano-sahéliennes. in: *Projet de programme d'activité 1996. INERA Burkina Faso, Kamboinsé: 4p.*
- Pincus G., 1967. Le contrôle de la fécondité, Marois. M. Ed., Masson, Paris, 196-213.
- SAS. Statistical Analysis System, Institute Inc. 1987. SAS/STAT Guide for personal computers, version 6. SAS, Cary, USA.
- Thimonier J., Terqui M. & Chemineau P., 1986. Conduite de la reproduction des petits ruminants dans les différentes parties du monde. In *Nuclear and related tech. in an. prod. and health, IAEA Vienna, 17-21 mars 1986: 135-148p.*
- Vallerand F. & Brankaert R., 1975. La race ovine Djalonné au Cameroun. Potentialités zootechniques. Conditions d'élevage. avenir. *Rév. Elev. Méd. Vét. Pays. Trop.* **28**, 523-545p.
- Yenikoye A., 1986. Etude de l'endocrinologie sexuelle et de la croissance folliculaire chez la brebis nigérienne de race peulh: influence de la saison de reproduction. Thèse de doctorat es-sciences naturelles. Université François-Rabelais de Tours (France): 96 p.

1. Boly H.: Burkinabè. Docteur Vétérinaire, Docteur es-sciences en Reproduction, Professeur à l'IDR, Université de Ouagadougou (Burkina Faso).

1. Miaro III L.: Tchadien. Ingénieur d'élevage, IDR Université de Ouagadougou (Burkina Faso).

2. Tamboura H.: Burkinabè. Docteur Vétérinaire, Chercheur à l'INERA Kamboinsin (Burkina Faso).

3. Sawadogo L.: Burkinabè. Docteur es-sciences en Reproduction, Professeur et Doyen à la FAST, Université de Ouagadougou (Burkina Faso)

4. Sulon J.: Belge. Docteur Vétérinaire, Docteur es-sciences en Reproduction, Professeur à la FMV de Liège (Belgique).

4. Beckers J.F.: Belge. Docteur Vétérinaire, Docteur es-sciences en Reproduction, Professeur à la FMV de Liège (Belgique).

4. Leroy P.L.: Belge. Docteur Vétérinaire, Docteur es-sciences en Génétique, Professeur Doyen à la FMV de Liège (Belgique).

A comparison of Maize Production in Kenya before and during Liberalisation Period.

Lucia M. Mbithi* & G. Van Huylenbroeck**

Keywords: Agriculture - Food - Maize production - Policy - Market liberalisation.

Summary

Maize is the main food crop grown in Kenya. It is planted on 90% of all Kenyan farms and together with its commonly intercropped crop, beans, occupies over 22% of all farmed land. In addition to being the staple food, maize production is also a source of capital and employment to a majority of the rural people. Total maize production, yield, area planted and average annual rainfall before and after market liberalisation is compared. Statistical analysis showed that both yield and total maize production increased significantly after the input and output market liberalisation while area planted with maize and average annual rainfall did not change significantly. Both yield and total production of maize show less variability in the liberalised period than before. These observations led to the conclusion that input and output market liberalisation policies could have led to increased yields and therefore increased total production of maize in general in Kenya.

Résumé

Comparaison de la production du maïs au Kenya avant et pendant la période de libéralisation

Le maïs est la principale culture vivrière cultivée au Kenya. Il est planté par 90% des exploitations du Kenya. Souvent en association avec le haricot, elle occupe plus de 22% de toute la terre cultivée. Outre qu'il soit un aliment de base, la production de maïs est également une source de capital et d'emploi à une majorité de la population rurale. La production totale du maïs, son rendement, les superficies emblavées et la pluviométrie moyenne annuelle sont comparés avant et après la libéralisation du marché. L'analyse statistique a prouvé que le rendement et la production totale ont augmenté significativement après la libéralisation du marché alors que la superficie occupée par le maïs et la pluviométrie moyenne annuelle n'ont pas changé de manière significative. En outre, le rendement et la production totale du maïs montrent moins de variabilité en période de libéralisation qu'avant celle-ci. Ces observations nous amènent à conclure que les politiques de libéralisation permettraient d'accroître les rendements et donc la production du maïs en général au Kenya.

Introduction

Kenya, a country situated at the extreme east of the African continent has a population of 28 million people (mid 1997 estimates) with an average annual growth (1991-1997) of 2.6% (15). Over 70% of this population are found in rural areas while 30% is urban. Until 1980's, the Kenyan economy was mainly a state-controlled economy, however a gradual change in the policy towards market liberalisation in all the sectors of the economy started to take shape in the mid 1980's.

Agriculture plays a multiple role in the Kenyan economy: food provision, employment creation, foreign exchange generation and provision of industrial raw materials for industrial sector. Because of the prominent role of agriculture in the economy, planners in Kenya have long considered growth of agricultural incomes as imperative to a successful development strategy. This was expressed strongly (8) and later in other development oriented documents (9,11) which aimed at improving food security and the productivity of the sector.

Output and input liberalisation in Kenya's agriculture sector like in other Sub-Saharan African countries, imply involvement of the private sector in marketing and distribution of agricultural commodities and inputs. A decrease of the government role in marketing, price control and input subsidisation is a major feature of the liberalisation policy, whose objective is to increase efficiency in resource use and to reduce government's fiscal deficits. Market liberalisation efforts in Kenya were initiated in 1985. Like in other Sub-Saharan African countries, this is a gradual process but by 1992, the government no longer controlled or subsidised agricultural inputs (16). The main features of the liberalisation policy in the Kenyan cereals' sector include, removal of subsidies, removal of value added tax, privatisation of the input market as well as the cereals market and removal of inter-regional maize trade restrictions.

In this study, the importance of maize to the Kenyan economy, main characteristics of maize production in Kenya as well as the food crop production policy before and after market liberalisation are discussed.

*P.O. Box 47759, Nairobi, Kenya.

**Department of Agricultural Economics, RUG, Coupure Links, 653. 9000 Gent, Belgium.
Received on 08.09.99 and accepted for publication on 15.03.00.

Material and Methodology

Time series data on maize crop yields, acreage and total production used in the study were obtained from FAO (2) and were supplemented with other data sources such as NCPB and Republic of Kenya (6,10). Rainfall data was obtained from the Kenyan Meteorological department (4). This data included annual average rainfall of nineteen-weather recording stations throughout the maize producing areas in the country including Kiambu, Nyeri, Nanyuki, Njoro, Kitale, Kakamega, Kisumu, Kisii, Embu, Machakos, Kilifi, Kericho, Garissa, Kajiado, Nyahururu, Meru, Mombasa, Eldoret, Nakuru. The analysis captured the period before (1970-1984) as well as the period after (1985-1998) input and market liberalisation. Yield, area, total maize production and annual average rainfall before and after input and market liberalisation are compared and statistically analysed.

Results and Discussion

Importance of maize in the Kenyan economy

Maize, a crop whose history in East Africa dates back to the 16th century, holds a special place in the Kenyan economy. It is grown in 90% of all Kenyan farms and on over 22% of all farmed land in Kenya (7,8). Importance of maize to the Kenyan economy ranges from food provision to income generation. Maize production accounts for 25% of agricultural employment. The various ways in Kenya in which maize is utilised include provision of food, feed, seed, and raw material for industrial processing. Figure 1 shows proportions of maize in Kenya going to different uses in the 1990's.

Most of maize produced in Kenya is used for human consumption (over 87% of the total maize utilised in the 1990's). The crop forms the main component of the population's diet and its 1990's per capita consumption is 92 kg/year. The per capita maize consumption is higher in rural areas as compared to urban areas where maize is substituted for by wheat and rice. Rural maize consumption accounts for more than 90% of the total maize demand in the country (5). It supplies 40-45% of the total calories and 35-40% of the protein consumed in the country (13). The growth of demand of maize is estimated at 4% per annum (8).

The proportion of grain maize used as animal feed re-

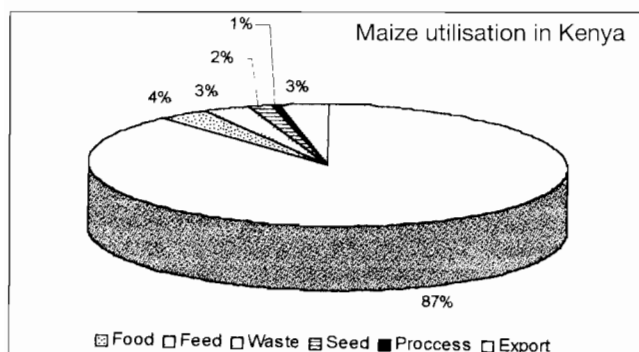


Figure 1. - Maize utilisation in Kenya in the 1990's
Source: Compiled from FAO.

presents over 3.5% of the total maize utilised. This proportion shows a high variation from year to year, being higher in years of surplus in comparison to those of less production. Grain maize is not a preferred animal feed in Kenya. However after the cobs have been harvested, the rest of the crop provides an excellent forage for cattle, which is commonly used as fodder for the livestock in form of fresh or dried plant. This additional application of maize plant as fodder clearly gives an added value to the maize crop.

Over 3% of the total maize available in the country are estimated to be lost. The quantity of maize lost on average equals the amount exported and is over two times the amount going in to processing. The trend of maize losses reveals that losses are higher in years when there is a surplus production in the country. This is mainly due to poor storage facilities. In 1998, there was a surplus maize production in the eastern province of Kenya, however large quantities of maize from this harvest were spoiled by Large Grain Borer (*Prostephanus truncatus*). Grain spoilage by this insect is aggravated by presence of air, moisture and heat (1). This borer was introduced in Kenya in 1981 and causes severe damage on the cob (12).

The amount of maize exported accounts for another 3% of the total maize utilisation. The quantities exported vary from one year to another subject to domestic production. There is no trend presented by the amount of maize exported but the quantities exported in years of surplus production are larger than those exported in years of low production.

The proportion of maize used to provide seeds is over 1.5% of the maize utilised. This proportion has a significant importance as it shows the willingness of maize farmers to keep maize from one season to another for seed provision. This is a common practice especially among the small-scale farmers in Kenya. The amount of maize kept for seed from one season to another is variable but shows no trend.

Maize processing in Kenya accounts only for 0.8% of total maize utilisation. This is due to the fact that maize is mainly perceived as a staple food only. There is a failure to appreciate the wide industrial applications of maize (11), which in turn has leads to inadequate support for non-food processing of the cereal.

Maize production characteristics in Kenya

Maize in Kenya is grown virtually in all altitudes from the sea level at the coastal area to over 1600 m above sea level in the Kenya highlands. The temperature experienced in these regions also varies greatly from an average of 16.5-24.7°C at the highlands and the lowlands respectively.

There are two rainfall peaks in Kenya, which represent two rainfall regimes in which maize is produced: March to May and September to November [Table 1 (3)]. Utilisation of these rainfall regimes varies from one ecological zone to another.

In general most of the farmers in the country utilise March rainfall as their major cropping season. Variability in seasonal precipitation is a common phenomenon in all agroecological zones of Kenya. Variability in rainfall is manifested in quantity, intensity and distribution in re-

lation to crop growing season. It is highest in semi-arid areas and lowest in moist transitional zones.

Most of the farmers in the lowland tropics, moist transitional and the high tropics areas grow maize once a year. The maize varieties grown are of a relatively late maturing as compared to those planted in the drier zones. The moist transitional and the high tropics constitute the rift valley province and the western Kenya regions. These regions are the country's cereals basket, and grow maize hybrid varieties that are late maturing. On the other hand, farmers in the drier zones (the semi-arid and the dry transitional) practice double cropping systems, utilising the two rainfall regimes and growing maize varieties that are early maturing as compared to those planted in the more moist regions. In these regions, mainly the coast, Katumani and Makueni composite maize varieties are grown. Double cropping is a major farming characteristic in agroclimatic zones that experience a two distinct rainfall pattern and in those with a high population pressure.

Intercropping is another farming characteristic in Kenya. Maize is commonly intercropped with pulses (beans being the most preferred). Other pulses intercropped with maize include cow peas, peas, green and black grams. Pulses are preferred not only because of their Nitrogen fixing ability and therefore enriching the soil but also because these crops are the main supplements to maize.

Most of the small-scale farmers (farms less than 2 hectares) in all the agroclimatic zones in Kenya intercrop maize. The proportion of the small-scale farmers intercropping maize is highest in the dry transitional areas. This is also the region with the highest population pressure (table 1). Intercropping maize is a strategy by the small-scale farmers to maximise the total output from their small farms. Moist transitional areas have the least proportion of farms intercropping with maize while the semi-arid have the largest proportion (77%). The main reason of intercropping maize in semi-arids is to diversify crop production in order to avoid risks of crop failure in times of drought years. However it has been observed (14) that semi-arid farmers e.g. those of Machakos district in the eastern province of Kenya have no comparative advantage in maize production, but rather grow maize for food security rea-

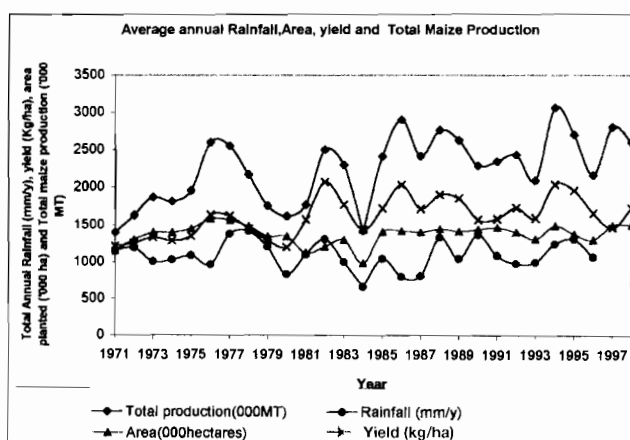


Figure 2. - Maize Production in Kenya for the period 1971-1998. Source: compiled from FAO STAT (2).

sons. The existence of both small scale and large-scale maize farms in Kenya reveals the dualistic nature of the Kenyan agriculture. Maize production is dominated by small-scale farmers who produce over 75% of the total produce (7,11).

Total production, area planted yield of maize and average annual rainfall in Kenya

Average annual rainfall, total production, area planted and maize yield for the past 28 years (1971-1998) is shown in figure 2. The figure shows a year to year variation of the above factors.

Area planted with maize, yield and total production show the same trend as that followed by the average annual rainfall. Climatic factors, particularly rainfall affect greatly maize production in Kenya as the crop is grown under dry-land farming conditions.

Area planted with maize on average showed an increasing trend in the 1970's. However from the beginning of 1980 this changed to a declining and stagnating trend, which has continued up to date. The mean area before liberalisation period (1985) was about 1.3 million hectares, with a standard deviation of about 173. The increase in area planted with maize in the 1970's was mainly due to expansion of agricultural land. More land especially in the marginal areas was

Table 1
Maize production characteristics in Kenya

Zone	Altitude	Average Seasonal Temperature (°C)		Total seasonal precipitation March-Aug (mm)	Total seasonal precipitation Sept-Feb (mm)	Total between seasons precipitation June-Aug (mm)	Variability in seasonal precipitation (%CV)	% of farmers were March rains are major season	Average time to maturity in days	Population Density (person km ²)	% of farmers double cropping maize	% of farmers intercropping maize	
		Max.	Min.									Small (<2ha)	Large (>2ha)
Low land tropics	<800	29.4	20.0	300-1000	349	219	36	99	120	121	35	78	50
Dry mid-altitudes Semi-arids	7000-1300	27.9	16.1	<600	414	13	52	48	114	210	60	88	77
Moist-mid altitudes	1100-1500	28.3	15.9	>500	585	293	32	96	163	310	60	77	50
Dry transitional	1100-1700	25.3	14.0	<600	460	45	40	46	144	398	76	95	-
Moist transitional	1100-2000	23.3	13.4	>500	545	338	27	98	181	331	40	89	16
High tropic	>1600	23.0	10.0	>400	384	326	32	89	213	238	22	90	39

Source: Hassan (3).

put under maize production. Substitution of traditional crops mainly sorghum, millets and root crops especially in the drier parts of the country was another source of the increase in land planted with maize. Increasing demand for maize was due to increase in population as well as change of people's taste and attitudes towards these traditional crops. The area planted with maize reached a maximum of 1.59 million of 0.995 million hectares in 1982 and 1984 respectively. This drop in area is associated with the 1984 drought, which affected most parts of the country. In mid 1980's, area planted with maize reached a stagnation point of about 1.40 million hectares. This trend presents a land constraint that has been aggravated by population pressure. This implies that there is a limited scope for increasing the current area planted with the crop. For most of the years, area planted with maize was above the mean area.

The mean area under maize production during the liberalisation period is about 1.4 million hectares, with a standard deviation of about 65. It reached a maximum of 1.51 million in 1994 and a minimum of 1.30 hectares in 1993.

During the two periods analysed, there is no significant difference in area planted with maize. However a major difference in area under maize production in the two periods is that although there is a yearly variability in both periods, this variability is higher in the period before liberalisation than in the period after. This could be due to the policy changes encountered in the two periods.

The average yield of maize before liberalisation was about 1.47 Mt/hectare with a standard deviation of about 247. The highest yield of 2.07 Mt/hectare were obtained in 1982, while the smallest yields of 1.20 MT/ha were obtained in 1984, a drought year. Yields of maize after liberalisation are on average higher than those obtained before liberalisation period. They gave a mean of about 1.75 MT/ha, with a standard deviation of about 177 and reached a maximum of 2.04 MT/hectare in 1994. There is a significant difference between maize yields obtained in the period before and those obtained during the liberalisation period.

Yields during the two periods showed year to year variation, but the variation is lower during the liberalised period than before.

Total production is a direct product of yield (kg/ha) and area planted with maize (hectares). In general, there is a variation in total production from year to year with no clear trend.

Increases in total maize production of the 1970's were due to increase in area under maize production as well as increase in yield while those of the period from 1980 were mainly due to increase in yields. The increased yields were a result of adoption of improved and high yielding maize hybrids and their associated production technologies as area planted with maize reached a stagnation point.

The average annual total maize production in the liberalised period is significantly higher (mean value of 2.5 million metric tons) than that obtained in the period be-

Table 2
Total maize production, yield, area planted and the rainfall before and after market liberalisation

	Mean	No.	Std. Deviation	2-tailed sig. (95% con. Int.)
Maize production ('000 MT)				
Before liberalization	1954.2	14	406.8	
After liberalization	2541.9	14	283.7	
Difference	-587.7			0.0024
Average annual rainfall (mm)				
Before liberalization	1140.5	12	173.8	
After liberalization	109.2	12	191	
Difference	48.6			0.594
Area ('000 ha)				
Before liberalization	1333.1	14	172.7	
After liberalization	1424.6	14	65.0	
Difference	-91.52			0.081
Yield (kg/ha)				
Before liberalization	1456.4	14	246.7	
After liberalization	1705.3	14	176.9	
Difference	-288.8			0.0126

fore (mean value of 1.95 million metric tons). Variability of the production is less in the liberalised period (standard deviation of about 283) than that of the period before (standard deviation of about 407).

Average annual rainfall affects maize production directly by affecting yields and indirectly by affecting farmers' decision on the area planted with maize. There is no significant difference in average rainfall between the two periods analysed (Table 2).

Conclusions

The area planted with maize in Kenya seems to have reached a stagnation point. Due to population pressure, possibilities of increasing maize production through increasing the area seem to be limited. A strategy to increase maize production would therefore have to include improvement of production per unit area. Production increase should mainly be realised through technological development.

Two important factors that in the observed period have affected both the area planted and the yield of maize are the climate (mainly rainfall amount and distribution) and the policy/economic environment. As climate and weather (represented by the average annual rainfall), although fluctuating and having influenced maize performance, were not significantly and systematically different over the observed period, one hypothesis is that the main difference between the liberalisation period and that before is the policy environment. Although area planted with maize still stagnates at around 1.4 million hectares during the liberalisation period, average yields in this period seems to have increased, resulting to a higher total production.

Another observable difference between the two periods is that variation in total production as well as in maize yield decreased in the liberalised period. This confirms the hypothesis that liberalisation policies have led to an increase in maize production in Kenya as well as to a decline in the year to year variation of the yields and the total production. The market liberalisa-

tion policy offers farmers increased maize market opportunities. This removes the farmers' uncertainty of sale of their produce during the years of surplus. In addition to increased maize prices this factor positively affects farmer decision making of producing maize.

Further research with more advanced econometric methods will concentrate on explicatory factors such as relative input/out price ratio, output and input evolutions and relative prices between different commodities.

Literature

1. Dowswell C.R., Paliwal R.L. & Cantrell P.R., 1996. Maize in the third world. pp. 35-52. Westview press, Colorado.
2. Food and Agriculture of the United Nations, 1970-1998. FAOSTAT, Agriculture, Rome.
3. Hassan R.M., 1996. Planting strategies of maize farmers in Kenya: a simultaneous equation analysis in the presence of discrete dependent variables. *Agricultural Economics*, **15**, 137-149.
4. Kenya Meteorological department, 1961-1995. Rainfall and temperature statistics. Nairobi, Kenya.
5. Maritim H.K., 1982. Maize marketing in Kenya. An assessment of inter-regional commodity flow pattern. Ph.D. thesis, 10. Berlin.
6. National Cereals and Produce Board (NCPB), 1999. Maize purchases, sales and fertiliser consumption statistics, Nairobi, Kenya.
7. Pearson S., Monke E., Sellen D., Nelson W.A., Mukumbu M. & Avillez F., 1995. *Agricultural Policy in Kenya. Applications of the Policy Analysis Matrix*. Cornell University Press. USA. 43, 50-51
8. Republic of Kenya, 1986. Sessional paper No. 1 of 1986 on Economic Management for renewed growth. Government Printer, Nairobi. 62-87
9. Republic of Kenya, 1994. Sessional paper No. 2 of 1994 of National Food Policy. Government Printer, Nairobi. 20.
10. Republic of Kenya, 1996. Statistical abstracts. Government Printer, Nairobi. 128.
11. Republic of Kenya, 1997. National development plan 1997-2000. Government printer, Nairobi. 55-56.
12. Rowland J.R.J., 1993. Dryland farming in Africa. Macmillan Press Ltd. London. 234-235.
13. Thomas S.J., Stephen J., Mukumbu M. & Jiriyengwa S., 1997. Maize marketing and pricing in Eastern and Southern Africa. In Byerlee D. and Eicher C.K. (editors). *Africa's emerging maize revolution*. Lynne Rienner Publishers. Inc. London. 213-243.
14. Tiffen M., Mortimore M. & Francis G., 1994. Maize and food security in semi-arid Kenya. John Willey and sons. 249-254.
15. World bank, 1988. World development indicators. CD-ROM Oxford University Press.
16. World Bank, 1994. Adjustments in Africa: Reforms, Results and the road ahead. Oxford University Press US. 88.

Lucia Mary Mbithi: Kenyan. Former Ph.D. student at Department of Agricultural economics, University of Gent, Coupure Links 653. 9000 Gent, Belgium.
Current address: P.O. Box 47759 Nairobi, Kenya
Van Huylenbroeck G., Belgian. Professor, Department of Agricultural economics. University of Gent, Coupure Links 653, Gent, Belgium.

Características técnico - económicas del transporte mular en condiciones de montaña.

Ramajo, J.L*, Délira Navarro*, J. A.González*, Mirza Gutiérrez*, Cerisnelda Ginarte*, R. A. Ramos*.

Keywords: Mountain - Mule - Transportation - Pack-mule.

Resumen

El trabajo se desarrolló durante los meses de agosto de 1996 a octubre de 1998, en la UBPC cafetalera "14 de Junio", la CPA cafetalera "Otto Parellada", la CCS caoetera "La Jibarera" y la UBPC pecuaria "La Leonor", pertenecientes al municipio montañoso de Tercer Frente. Se hizo con el objetivo de determinar las características técnicas - económicas del transporte mular en condiciones de montaña, para lo cual se utilizaron además de las evaluaciones, criterios y observaciones obtenidas por entrevistas y encuestas a experimentados arrieros y conocedores de esta actividad. Para realizar las evaluaciones se tuvo en cuenta los aspectos técnicos de los animales (edad, peso corporal, capacidad de carga, velocidad de desplazamiento con y sin carga, tiempo de descarga y de trabajo efectivo, capacidad de trabajo, vida útil y los aspectos económicos (costo de inversión y de explotación). Se utilizaron 24 mulos, de los cuales 20 se dedicaron a la actividad de carga y los restantes se emplearon indistintamente en la carga o monta de los arrieros. La edad promedio resultó de 9,23 años y el peso corporal promedio de 345 kg. La capacidad de carga promedio por mulo fue de 90,90 kg y el tiempo promedio para cargar y descargar un mulo fue de 5 minutos. La velocidad de desplazamiento de los mulos con y sin carga estuvo en dependencia de la pendiente y las condiciones de humedad del terreno y su valor fluctuó entre 1,20 m/s y 1,58 m/s; respectivamente. El tiempo de trabajo efectivo de los mulos osciló entre 9 y 10 horas. El buen cuidado y la adecuada atención a los mulos propician que su vida útil como promedio pueda alcanzar los 16 años. El costo promedio por animal, al año, para los períodos de inversión y explotación, resultó de \$ 429.00 y \$ 472,19 respectivamente.

Summary

Technical and Economic Characteristics of Mules Transportation in Mountains Conditions.

In order to determine the technical and economic characteristics of mule transportation in mountains conditions, experimented muleteer were questioned between August 1996 and October 1998 in the region of UBPC "La Leonor", Tercer Frente district, Santiago de Cuba province. Twenty-four mules were investigated, among them, twenty were used only for pack transportation, the rest were mounted by muleteers to accompany the pack loaded animals. The following average values were obtained for the different investigated parameters: age: 9.23 years; corporal weight: 345 kg; loading capacity: 90.90 kg, loading and unloading time per mule: 5 min, moving velocity: from 1.20 m.s⁻¹ to 1.50 m.s⁻¹ according to ground slope and soil humidity; effective daily working time: between 9 to 10 hours. The best attended animals had a life expectancy higher than 16 years. The average yearly investment and exploitation costs per animals were \$ 429 and \$ 472.19 respectively.

Introducción

El origen del mulo se remonta a los antiguos tiempos en que el asno y el caballo, primitivamente extendidos por áreas geográficas diferentes, se reunieron probablemente en el antiguo Egipto y Palestina (1). Los mulos se utilizan mucho en las áreas montañosas del cercano Oriente y los países mediterráneos (8). El mulo asimila los alimentos y nutrientes en un término superior a otros animales y que por tanto resultan más baratos, o sea, menos costosos (7). Los norteamericanos aprecian en la mula su temperamento tranquilo, su resistencia al calor y a los insectos,

su instinto para evitar accidentes, su inclinación a comer sólo lo necesario, su invulnerabilidad a los trastornos digestivos y a las enfermedades y en fin, la constitución flexible, vigorosa y resistente de sus extremidades. Comparado con el caballo de tiro es más rústico, de vida más larga, más sobrio y capaz de realizar un trabajo superior, además se alimenta de sustancias que el caballo no acepta o no digiere (1). En Cuba, en el año 1989, sobrevino abruptamente una aguda crisis con el colapso de los países socialistas europeos y desintegración de la Unión Soviética. Para

* Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao, Cruce de Los Baños, Tercer Frente, Santiago de Cuba. CP 92700. Cuba
Recibido el 03.12.99 y aceptado para publicación el 13.03.00

enfrentar esa crisis el gobierno cubano puso en práctica medidas económicas y cambios emergentes como el empleo masivo de experiencias anteriores en el sector agropecuario como la tracción animal que permitan concebir soluciones y rescatar técnicas empleadas por generaciones anteriores (3).

Este trabajo se ejecutó con el objetivo de conocer las características técnico-económicas de la transportación mular en condiciones de montaña.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en el período comprendido entre agosto de 1996 y octubre de 1998 en la UBPC cafetalera "14 de Junio" de la zona La Mandarina, la CPA cafetalera "Otto Parellada" de la zona "Los Fonseca", la CCS cacaotera "La Jibarera" en la zona del mismo nombre y en la UBPC pecuaria "La Leonor", de la zona Cruce de los Baños, pertenecientes al municipio montañoso de Tercer Frente, ubicado en la provincia de Santiago de Cuba.

El estudio se realizó en un suelo Pardo ócrico sin carbonatos (4), con 24 mulos pertenecientes a las formas de producción antes mencionadas, 20 de los cuales se dedicaban a la actividad de carga y 4 a la carga o monta de los arrieros. Durante su ejecución se recopilaban diversas informaciones derivadas de encuestas y entrevistas realizadas a experimentados arrieros, productores y expertos en la materia.

Se realizaron evaluaciones y determinaciones relacionadas con las características técnico – económicas de esta transportación, tales como :

A . Aspectos técnicos

- 1- Edad promedio (años)
- 2- Peso corporal (kg)
- 3- Capacidad de carga (kg)
- 4- Tiempo de carga y descarga (min)
- 5- Velocidad de desplazamiento con y sin carga en relación con la pendientes y la humedad del terreno (m/s).
- 6- Tiempo efectivo de trabajo (min).
- 7- Vida útil de los animales (años).

La edad de los mulos se tomó en correspondencia con el control existente en el registro pecuario y las estadísticas que llevan los propietarios de los animales. El peso corporal se determinó mediante el empleo de una balanza comercial.

Para la capacidad de carga se probaron diferentes cargas en kg, que oscilaron entre 80 y 100 kg. Además se tomaron en cuenta los resultados de las encuestas, entrevistas y observaciones realizadas.

Se cronometraron y evaluaron los tiempos que se utilizaron para cargar y descargar un mulo, así como su velocidad de desplazamiento con carga y sin carga bajo diferentes condiciones de pendiente (0-15%, 15-30% y más de 30%) y humedad del terreno considerada como próxima a los límites de la capacidad de campo del suelo (terreno seco y húmedo). De ellos se efectuaron varias repeticiones, así como de los tiempos de trabajo efectivo y de descanso que se cronometraron a lo largo de las diferentes evaluaciones. El tiempo efectivo de descanso se utilizó como el período que descansan antes y después del trabajo efectivo.

La vida útil resultó de las observaciones en los mulos de mayor edad durante el período evaluado y de los criterios e informaciones de expertos en la materia.

B- Aspectos económicos

- 1- El costo de inversión (\$), incluyó: costo de mantenimiento y cuidado, costo de alimentación, costo de materiales y accesorios durante el período de inversión.
- 2- El costo de explotación (\$) incluyó: costo de mantenimiento y cuidado, costo de alimentación, costo de materiales y accesorios durante el período de explotación.

Consideraciones para el período de inversión

El costo de mantenimiento y cuidado: se consideró a partir de los gastos incurridos en atenciones veterinarias y mantenimiento a los animales, entre otras.

El costo de alimentación: se fundamentó teniendo en cuenta el costo por concepto de piso o pastoreo por animal al mes.

El costo de materiales y accesorios: se realizó teniendo en cuenta el costo de alambre, grampas, postes, soga y las reparaciones necesarias a cercas, potreros, etc.

Consideraciones para el período de explotación

El costo de mantenimiento y cuidado: se consideró a partir de la suma de los gastos incurridos en atenciones veterinarias, pelado y herraje de los animales, etc.

El costo de alimentación: se estimó a partir del costo por concepto de piso o pastoreo, además se consideró la asignación de maíz por animal.

El costo de materiales y accesorios: se realizó en correspondencia con las informaciones que brindaron expertos en la materia y las observaciones realizadas durante el período evaluativo para lo cual se identificaron los materiales y accesorios y se les fijó el precio, según lo establecido por el Comité Estatal Nacional de Precios y Finanzas.

Resultados y discusión

Aspectos técnicos

En la Tabla 1 se observa que la edad y el peso corporal promedio de los mulos evaluados resultó de 9,23 años y 345 kg, respectivamente. Para este último indicador se observó un rango entre 331 kg (mínimo) y 360 kg (máximo).

Se han reportado pesos promedio para los mulos que oscilan entre 350 a 500 kg y 405- 565 kg, superiores al que se determinó en el presente trabajo (1, 2). Entre las causas posibles para que esto ocurra, se podrían citar algunas particularidades genéticas o de cruzamiento y el hecho de que el régimen de trabajo de estos animales es muy severo, lo que conjuntamente con el déficit alimentario por la disminución del suministro de alimentos para el ganado contribuyó en gran medida a disminuir su peso corporal. Investigadores cubanos en la materia refirieron la drástica disminución del suministro de alimentos para el ganado por el colapso del campo socialista (6); mientras que la Organización de las Naciones Unidas para la

Tabla 1.
Características técnicas de la transportación mular.

Aspectos técnicos	u/m	Promedio	S	Mínimo	Máximo
Edad	Años	9.23	4,8401	4	20
Peso Corporal	kg	345	8,4955	331	360
Capacidad de carga	kg	90,90	6,3215	80	100
Tiempo para cargar un mulo	min	3,02	0,7100	2,00	4,00
Tiempo para descargar un mulo	min	2,00	0,6105	1,00	3,00
Velocidad de desplazamiento con carga en pendiente					
0 - 15 % en terreno seco	m/s	1,50	0,0603	1,40	1,60
0 - 15 % en terreno húmedo	m/s	1,44	0,0599	1,34	1,54
15 - 30 % en terreno seco	m/s	1,45	0,0663	1,35	1,55
15 - 30 % en terreno húmedo	m/s	1,35	0,0643	1,25	1,45
más del 30% en terreno seco	m/s	1,30	0,0594	1,20	1,40
más del 30% en terreno húmedo	m/s	1,20	0,0617	1,10	1,30
Promedio terreno seco	m/s	1,41	0,0428	1,36	1,50
Promedio terreno húmedo	m/s	1,33	0,0407	1,26	1,39
Velocidad de desplazamiento sin carga en pendiente					
0 - 15 % en terreno seco	m/s	1,58	0,0624	1,49	1,68
0 - 15 % en terreno húmedo	m/s	1,52	0,0528	1,43	1,62
15 - 30 % en terreno seco	m/s	1,53	0,0585	1,43	1,63
15 - 30 % en terreno húmedo	m/s	1,44	0,0631	1,34	1,54
más del 30% en terreno seco	m/s	1,45	0,0594	1,35	1,55
más del 30% en terreno húmedo	m/s	1,36	0,0610	1,26	1,46
Promedio terreno seco	m/s	1,52	0,0605	1,42	1,62
Promedio terreno húmedo	m/s	1,44	0,0597	1,34	1,54
Tiempo de trabajo	horas	9,89	1,1791	8	12
Tiempo de descanso	horas	13,50	0,3794	12,7	14
Vida útil	años	16			

S - Desviación estándar

Agricultura y la Alimentación (FAO) señaló ésta además, como una de las diversas razones que no permiten a los caballos de tiro desarrollar toda la potencia necesaria (2).

La capacidad de carga óptima por mulo resultó de 90,90 kg (2 qq) y sus valores oscilaron entre 80 y 100 kg como mínimo y máximo, respectivamente (Tabla 1). Se observó que los mulos de peores atenciones, desde el punto de vista alimentario o con mayor régimen de trabajo, sufrieron periódicamente un mayor agotamiento físico. No existió correlación lineal entre el peso del mulo y la capacidad de carga ($r = 0.09$ n.s.), resultados que corroboraron las informaciones de experimentados en la materia, quienes tuvieron siempre el criterio de que la capacidad de carga para un mulo bien atendido, debe ser de dos quintales, independientemente de su peso corporal.

El tiempo para cargar un mulo osciló entre dos y cuatro minutos, mientras que el tiempo de descarga por mulo fluctuó entre uno y tres minutos, resultados que estuvieron en dependencia de la pericia de los arrieros (Tabla 1).

La velocidad de desplazamiento de los mulos con carga en terreno seco disminuyó en la medida en que los porcentajes de la pendiente fueron en aumento (Tabla 1). Se evidenció que la velocidad tuvo sus menores valores cuando estos animales (sin carga) transitaron por niveles de pendiente superiores al 30%, o

sea, en la medida en que aumentó el porcentaje de pendiente, se hizo más difícil y agotador el recorrido para las semillas, lo que empeoró cuando el terreno estaba húmedo. En estas condiciones se registraron los menores valores de desplazamientos con carga y sin carga (1,20 m/s y 1,36 m/s; respectivamente).

En terrenos húmedos el mulo rindió menos lo que coincide con los reportes bibliográficos de otros autores (1). La FAO reportó valores de velocidad media de trabajo en mulos de tiro manual, entre 0,9 m/s y 1 m/s , que resultaron inferiores a los de este trabajo, situación que pudo ser explicada por diferencias en las condiciones de suelo, ya que los valores que se informan se obtuvieron en suelos francos medios llanos, en actividades de tiro, donde el animal debió realizar un mayor esfuerzo (2).

El tiempo efectivo de trabajo osciló entre 9 y 10 horas (Tabla 1); en ocasiones especiales llegó hasta 12 ó 14 horas, lo que estuvo en dependencia de la voluntad y necesidades del arriero. Esta actividad, hasta el momento, no está normada.

El tiempo efectivo de descanso de los animales fue de 14 a 15 horas. Para actividades muy específicas como el tiro de café cereza , de cacao y otras, cuya calidad depende del tiempo, en ocasiones el descanso de los mulos se limitó a unas 10 ó 12 horas diarias.

Esto coincidió con lo reportado por la FAO que planteó un tiempo de trabajo para los mulos de 8 o más horas diarias (2).

Apreciaciones resultantes del trabajo mostraron que los animales cuya edad oscilaba entre 18 y 20 años contaban aún con buena capacidad de trabajo, principalmente aquellos dotados de buenas atenciones y cuidados.

La vida útil promedio de los animales fue de 16 años a partir de los 4 años de edad del mulo y hasta los 20 años (Tabla 1). Investigadores europeos informaron que el ganado mular rinde al máximo entre los 3 y 5 años después de ser puesto en explotación y persiste hasta los 20 o más años (5).

El 94 % de los dueños de los animales, abogaron por un buen cuidado y una alimentación adecuada, especialmente en las temporadas de mucho trabajo.

En Cuba, al igual que en otros países, para la búsqueda de soluciones en la rama agrícola se recurre mucho a las experiencias y tradiciones campesinas. Es por ello que los criterios de este trabajo se avalaron por expertos en la materia, quienes expresaron que la vida útil de estos animales fue de 16 años como promedio, con buen cuidado y una alimentación adecuada (3).

Para muchas operaciones, un solo animal basta para hacer el trabajo si se le mantiene en buen estado y con los debidos cuidados y alimentación (2).

B. Aspectos económicos.

1- En la Tabla 2 se aprecia que para el período de inversión (tres años) el costo total fue de \$1287,00.

El costo de alimentación : Se valoró alrededor de \$ 144,00/ animal / año.

En cuanto al **costo de mantenimiento y cuidado** las informaciones y el propio desarrollo del trabajo evidenciaron un promedio por atención veterinaria, pelado, el costo por atención a cercas, poteros, etc., de

Tabla 2
Características económicas de la transportación mular.

Costo de inversión			Total			
Designación	Cantidad	Período de tiempo (años)	Costo de alimentación (\$)	Costo de mantenimiento y cuidado (\$)	Costo de materiales y accesorios (\$)	Costo de inversión (\$)
Mulo	1	1 3	144,00 432,00	222,00 666,00	63,00 189,00	429,00 1287,00

Costo de explotación			Total					
Designación	Cantidad	Período en explotación (años)	Costo de alimentación (\$)	Costo de mantenimiento y cuidado (\$)	Costo de materiales y accesorios (\$)	Costo de explotación (\$)		
					mc	mm	mc	mm
Promedio Mulo	1	1	172,80	138,00	153,66	167,13	464,46	477,93
471,19		18	3110,40	2484,00	2765,99	3008,42	8360,39	8602,82
8481,60								

Legenda: mc Mulo de carga. - mm Mulo de monta.

aproximadamente \$ 222.00 animal/ año.

El estimado del **costo de materiales y accesorios**: En correspondencia con los precios actuales, tuvo un valor de \$ 63/ animal / año.

El costo de explotación: abarca un período de 18 años (Tabla 2) y se comportó de la siguiente forma.

Costo de alimentación: para 18 años fue de \$ 3110,4 por animal, donde:

El costo de pastoreo fue de \$ 144.00/animal/año.

Se asignaron 3 libras de maíz/animal/día de trabajo con un costo: \$ 28,80/animal/ año.

Costo de mantenimiento y cuidado: Se estableció que:

El gasto por atenciones veterinarias, pelado, herraje, otros fue de \$ 78 / animal al año.

El costo total de mantenimiento y cuidado ascendió a \$ 2484,00 para 18 años /animal.

Costo de materiales y accesorios: Este costo se presenta en la Tabla 2 y, en virtud de los precios actuales, ascendió a \$ 2765,99 y \$3008,42 por animal de carga y monta, respectivamente.

El **costo total de explotación** para 18 años fue de \$8360,39 y \$ 8602,9 para animales de carga y monta, respectivamente.

Los costos para el periodo de inversión y para el periodo de explotación están sujetos a transformaciones ocasionadas por la desestabilización actual existente con ellos.

Conclusiones

En mulos aptos para el trabajo el tiempo efectivo de explotación es como promedio entre 9 y 10 horas con una vida útil promedio de 16 años.

La capacidad de carga por animal fue como promedio de 90,90 kg.

El tiempo promedio para cargar y descargar un mulo fue de 5 minutos.

La velocidad de desplazamiento de los mulos con y sin carga está en dependencia de la topografía (pendiente) y la humedad del terreno y su valor fluctuó, para nuestras condiciones, entre 1.20 m/s y 1.58 m/s, respectivamente.

El costo promedio por animal al año para los períodos de inversión y explotación resultó de \$ 429,00 y \$ 471,19, respectivamente.

Bibliografía

- Ezcurra, L., 1990. Animales de tiro: perspectivas de desarrollo.— Ciudad de La Habana: CIDA, 20- 26.
- FAO. 1970. Aperos de la labranza para las regiones áridas y tropicales. En: Colección FAO: Agricultura. Roma: ONU para la agricultura y la alimentación, 9 - 11.
- Funes, F., 1997. Experiencias cubanas en agroecología. Agric. Org. 3 (2-3): 11.
- Hernández, A. *et al.*, 1994. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba.—La Habana: Instituto de suelo, 75 p.
- Homedes Ranquini, J., 1967. Enciclopedia Práctica del Ganadero. Ganado Vacuno, Caballar, Asnal y Mular. 2ed. Barcelona: Editorial Sintet, 326p.
- Monzote, M. & F. Funes., 1997. Integración ganadería - agricultura: Una necesidad presente y futura. Agric. Org. 3 (1): 8.
- Salvans, L & M. Torrent., 1959. Ganado asnal y ganado mular. 1ed. Barcelona. Salvat, 547p.
- Tahara, T. & S. Nakazawa., 1955. Maquinaria agrícola japonesa. —Tokyo: Nôgyo Keizai Shinsha. 154 p.

J.L. Ramajo. Cubano. Ingeniero mecanizador, Jefe Grupo Cosecha y Postcosecha, Investigador Agregado. Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao
Délira Navarro. Cubana, Licenciada en Biología, Investigador Agregado.
J. A. González. Cubano, Licenciado en Matemática, Investigador Agregado.
Mirza Gutiérrez. Cubana, Licenciada en Economía.
Crisnelda Ginarte. Cubana, Licenciada en Bioquímica.
R. A. Ramos. Cubano. M.Sc. Biotecnología Ambiental. Licenciado en Ciencias Farmacéuticas.

Pépiniéristes privés au Burundi, vers une professionnalisation possible de la foresterie*

Ch. Gasc** & C. Mathieu***

Keywords : Nursery - Agroforestry - Forestry - Exploitation Systems - Burundi

Résumé

Le Burundi, petit état de l'Afrique des grands lacs, connaît une explosion démographique qui induit des densités de population parmi les plus élevées du continent ainsi que des problèmes environnementaux. Aux problèmes de l'érosion connus depuis longtemps, se sont ajoutés celui de la déforestation et du manque de bois d'oeuvre et du bois de feu.

Conscient de ce problème, le gouvernement burundais a oeuvré pour la mise en place d'un projet forestier national, qui a débuté en 1979.

Durant dix années, les plants nécessaires à la reforestation furent produits par des pépinières en régie, contrôlées presque intégralement par le projet.

Actuellement en "interphase" depuis 1990, le projet se trouve en face d'un choix important : quel système de production choisir : les pépinières privées ou les pépinières de groupement contrôlées par le projet ?

L'étude de chaque système a permis de conclure au maintien du système de production privé, la privatisation des pépinières engendrant la professionnalisation des producteurs de plants. Pour stimuler le développement de la profession et amener le désengagement progressif du projet, cette étude propose des réponses aux questions soulevées tout en insistant sur l'importance de l'accompagnement et sur le choix des méthodes de formation.

Summary

Private Sector Nursery Owners in Burundi, towards the Professionalization of Forestry

Burundi, a small country of the African Great Lakes Region, has a demographic increase which results in one of the highest population densities on the continent. Problems of deforestation and of firewood and timber scarcity are added to the well known degradation associated with soil erosion.

Aware of this new problem, Burundi government started a national forest project in 1979.

During ten years, plants necessary for reforestation have been produced by state-owned nurseries controlled entirely by the forestry project.

Currently in inter phase since 1990, the forestry project is faced with an important choice : what system of production to choose : private or project nurseries?

The analysis of each system has permitted to conclude in favour of the maintenance of a system of private production. To stimulate the development of the profession and to progressively decrease its dependence on the forest project, this analysis proposes answers to questions raised, insisting particularly on the significance of monitoring and on the choice of training methods.

Introduction

Conscient du problème de la déforestation et du manque de bois d'oeuvre et du bois de feu, le gouvernement burundais a oeuvré pour la mise en place d'un projet forestier national, qui a débuté en 1979 et a été financé par la Banque Mondiale et le Fonds d'Aide et de Coopération (FAC).

Durant dix années, les plants nécessaires pour les boisements communaux et individuels furent produits par des pépinières en régie, contrôlées presque intégralement par le projet et situées dans les diverses régions du pays.

Actuellement en "interphase" depuis 1990, le projet se

trouve en face d'un choix important : quel système de production choisir : les pépinières privées ou les pépinières de groupement ?

Comme la présence du projet était restée forte, notamment par la distribution d'une subvention censée couvrir les coûts de production d'environ 4 Fbu* par plant vendu (Figure 4), des questions importantes concernant la gestion financière, la gestion de la production, l'encadrement technique, l'évolution de la subvention ont été soulevées par le Département des Eaux et Forêts.

Les réponses apportées reviennent en fait à préciser

* Etude réalisée dans le cadre de la coopération Burundi-Association Française des Volontaires du Progrès.

** Crédit Agricole du Midi, 11000 Carcassonne

*** Correspondant, ESA - PURPAN, 75 voie du TOEC, 31076 Toulouse Cedex 3.

Reçu le 01.10.96 et accepté pour publication le 09.09.98

*FbU =Francs burundais
43 FbU = 1 FF en 1993

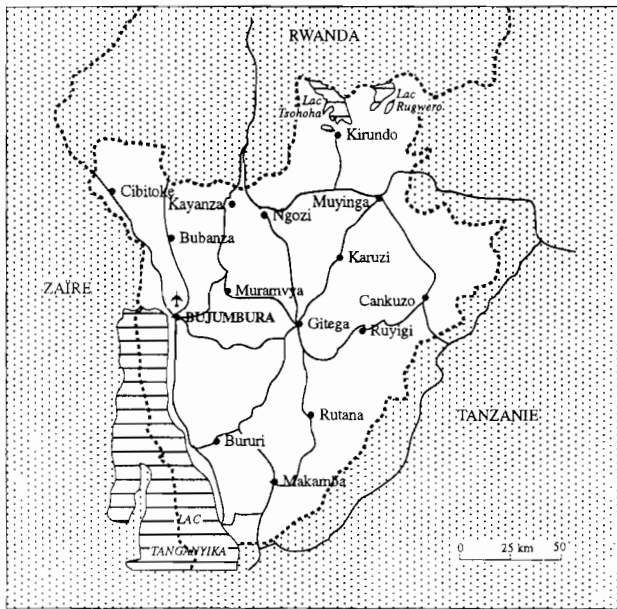


Figure 1 - Le Burundi (source: documentation AFVP, 1992)

les actions à mener pour aboutir à une professionnalisation totale des pépiniéristes, et à rendre ces derniers autonomes financièrement vis-à-vis du projet.

La présente étude montre les atouts et les contraintes de chaque système et conclut au maintien du système de production privé, la privatisation des pépinières engendrant la professionnalisation des producteurs de plants.

L'environnement social

L'explosion démographique de ces 30 dernières années a vu la population du Burundi passer de 3 millions d'habitants en 1970 à presque 6 millions en 1993. On note une forte proportion de jeunes dans la population agricole dont près de la moitié a moins de 20 ans. La prédominance de la population agricole (84 % de la population active) est un autre point caractéristique des Pays en développement.

Cet accroissement important de la population n'est pas sans conséquences sur l'environnement. Le besoin de terres agricoles entraîne une extension géographique de ces dernières aux dépens de la forêt et des pâturages. Le problème de l'érosion est de plus en plus critique du fait de la mise en culture de parcelles de plus en plus pentues. Il n'est pas rare de voir dans certaines régions des femmes qui s'encordent à des bananiers pour cultiver les champs.

En 1976, avant l'étude préparatoire du projet, la répartition des forêts qui subsistaient, était approximativement la suivante (3) :

- 40 000 ha de forêts naturelles humides,
- 15 000 ha de savane arborée dense et de forêt de bambous,
- 25 000 ha de boisements artificiels très dispersés,

ICRAF = International Center for Research in Agroforestry (Kenya)

soit un total de 80 000 ha. Cette surface représentait 2 % de la superficie du pays.

La création du projet forestier national

Pour endiguer la destruction massive des boisements et ses conséquences sur l'érosion et la fertilité des sols, il convenait de lancer d'urgence des actions d'envergure. Pour y faire face, les gouvernements successifs ont tenté d'agir dès la fin des années 70. L'objectif de l'État pour l'an 2000 était de réaliser une couverture forestière de 600 000 ha, soit 20 % de la superficie totale du pays. Ce niveau de boisement permettrait de lutter contre l'érosion mais surtout d'atteindre une production suffisante pour les besoins en bois des populations.

En 1980, un important projet vit le jour et dès le début, il s'est divisé en trois volets :

- un volet boisements industriels de grande échelle, pour assurer à travers le pays la protection des zones fortement érodées et la reconstitution de la ressource forestière (l'eucalyptus représentait 77 % des essences plantées).
- un volet agro-sylvo-pastoral pour assurer l'aménagement pastoral des zones à élevage dominant (plaines du Sud et Sud-Est notamment).
- un volet pépinière rurale et agroforesterie pour assurer la production de plants forestiers (eucalyptus, grevillea, ...) pour les boisements de bois d'œuvre appartenant aux communes.

Le projet a souhaité intégrer l'arbre dans l'agriculture à l'échelle familiale.

Avant de poursuivre cette réflexion, il convient de définir le terme d'agroforesterie. La définition retenue est celle reconnue par l'ICRAF(1) : "L'agroforesterie est un terme collectif désignant les systèmes et techniques de mise en valeur des terres dans lesquels des plantes ligneuses pérennes (arbres, arbustes, palmiers, bambous, ...) sont délibérément associées sur un même terrain à des cultures herbacées ou à l'élevage, soit simultanément selon un certain agencement dans l'espace, soit en succession dans le temps. Dans les systèmes agroforestiers, il y a des interactions aussi bien écologiques qu'économiques entre les différentes composantes. L'association de l'arbre et de la plante annuelle ou bisannuelle peut être gérée de telle sorte qu'elle permette aux populations locales de bénéficier d'une quantité de produits à la fois plus importante et plus régulière".

Un premier bilan

Les premiers boisements d'eucalyptus plantés en 1990 sont arrivés en âge d'exploitation. En une dizaine d'années (1980-1990) c'est un domaine public de 78 000 ha qui a été constitué, avec 20 000 à 25 000 ha de plantations privées nouvelles (4).

La première phase (1980-1985) a donné les résultats suivants :

- 9 234 000 plants ont été produits dont 77 % d'eu-

Pépinière en régie	Pépinière privée
Pépiniériste employé par le projet	Pépiniériste entrepreneur privé
Ouvriers employés par le projet	Ouvriers employés par le pépiniériste
Intrants fournis par le projet	Intrants vendus par le projet
Recettes des ventes pour le projet	Recettes des ventes pour le pépiniériste
Argent du projet utilisé pour le projet	+ Subvention distribuée par le projet

Figure 2 - Différences entre pépinière en régie et pépinière privée

calyptus, et
 – 6 803 000 plants ont été vendus, dont 2 358 000 aux privés et 4 445 000 aux communes.

Avec la deuxième phase (1985-1990) on a obtenu les résultats suivants :

- 17 635 000 plants produits, dont 50 % d'eucalyptus, 35 % de bois d'oeuvre (Grevillea, Pinus et Acacia) et 15 % d'essences agroforestières strictes (Leucanea, Avocatier, Fruit de la Passion, Prunier).
- presque 13 millions de plants ont été vendus, mais les taux de rebut sont parfois élevés. Dans ces transactions, la vente aux acheteurs privés reste faible (environ 20 %).

Sur le plan social, cette phase a formé 70 salariés pépiniéristes et a diffusé des notes techniques de vulgarisation en milieu rural.

Mais sur le plan de la vulgarisation : techniques de plantation, cultures alternées, création de vergers scolaires, la population a montré assez peu d'intérêt pour les innovations proposées.

Sur le plan quantitatif, les résultats de cette seconde phase ont été très positifs : l'objectif était de produire entre 15 et 20 millions de plants en 5 ans, le projet en a produit 17 millions 635 000.

Face à la situation d'urgence du départ, le projet a su agir et a su obtenir des résultats en matière de surface boisée. Aujourd'hui, pour poursuivre l'action engagée par rapport au développement de l'arbre, il est clair qu'après avoir pu maîtriser les techniques de production, il faut aussi prendre en compte l'environnement social de l'individu.

Deux questions essentielles se posent alors. Quel système de production de plants maintenir? Quelle doit être à terme la place de l'encadrement de la part de l'État dans ce processus de développement ?

Jusqu'en 1992, les plants furent essentiellement produits dans de grandes unités, appelées

“pépinières en régies”, le projet gérait et finançait totalement la production. Les travaux de plantations étaient pris en charge par les communes ou les privés selon le cas.

Depuis 1992, le Projet se trouve dans une sorte d'interphase avec la mise en place de pépinières privées dans le nord du pays, et de nouveaux problèmes à résoudre, à savoir :

- mieux adapter la production de plants (en quantité et en variétés) aux besoins des acheteurs privés,
- intensifier la lutte anti-érosive intégrée,
- développer les parcelles incluant l'agroforesterie,
- améliorer la gestion des boisements communaux.

Le passage aux pépinières privées

Le développement des pépinières privées s'opère depuis 1992 dans les provinces du Nord (Ngozi et Kayanza) sous l'impulsion des animateurs du projet. Ce nouveau mode présente plusieurs différences avec le mode de pépinières en régie (Figure 2) et responsabilise fortement le pépiniériste car ce dernier est censé devenir un véritable chef d'entreprise. Il va devoir prendre en main la gestion de sa propre entreprise, et il verra son travail sanctionné par des résultats financiers au prorata de sa production.

Dans le développement de la pépinière privée, le projet intervient encore au départ dans la fourniture des intrants nécessaires à la bonne production des plants, à savoir : les graines, les sachets plastiques, le petit outillage et les produits phytosanitaires. Mais ces intrants seront facturés et déduits de la subvention versée. Cette subvention distribuée par le projet s'applique aux plants produits et jugés de qualité suffisante et qualifiés de “bon plant” (par un inspecteur). Elle s'élevait à 4 Fbu/plant en 92/93 et fut réduite à 2 Fbu/plant pour les grevilleas et les eucalyptus et à 3 Fbu pour les autres essences depuis 93/94.

Le produit brut par plant vendu est donc de 6 à 7 Fbu, et il est au minimum de 4 Fbu pour les bons plants non vendus (93/94) (Figure 3). De cette façon, et en incluant

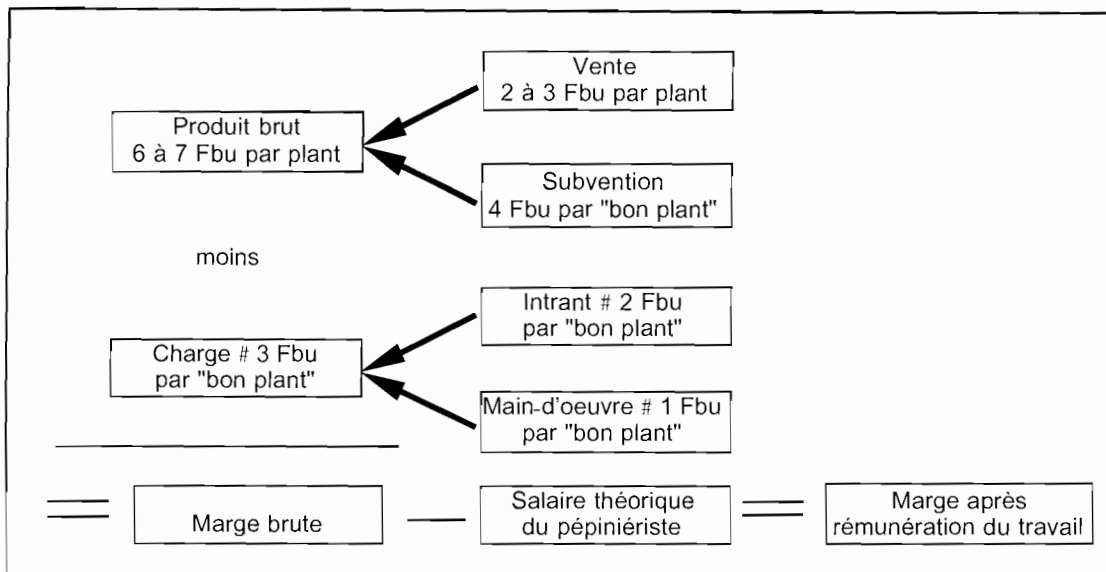


Figure 3 - Décomposition des résultats financiers et pépinières

un coût de main d'oeuvre par plant, le pépiniériste peut se retrouver en fin de campagne soit avec un bénéfice, soit avec un déficit financier.

Avantages escomptés par ce mode de fonctionnement

Le système des pépinières privées présente des avantages et des inconvénients auxquels on est en droit de s'attendre, ce système devrait permettre :

- la formation d'agriculteurs spécialisés, ayant des connaissances en technique de production, gestion, foresterie, favorisant ainsi l'élévation du niveau technique et économique de leur exploitation,
- la mise en place de pépiniéristes indépendants, capables de maîtriser seuls la production de la vente,
- la création d'un circuit économique en milieu rural car l'apport d'argent du Projet reste au sein de la population rurale (paye des ouvriers notamment),
- l'ascension sociale du pépiniériste qui pourra être amené à prendre des responsabilités (au sein de la commune, responsable de groupements paysans, etc...).

En fin de compte et à la vue des avantages énumérés, la privatisation des pépinières semble une voie incontournable pour que se poursuive cette activité quand le Projet arrivera à son terme.

Inconvénients éventuels

Il ne faut cependant pas sous-estimer les risques et inconvénients qu'engendre la privatisation des pépinières, et notamment :

- la difficulté d'appréciation par les pépiniéristes de la demande réelle du marché (nombre de plants et variétés),
- la difficulté pour trouver les intrants nécessaires (graines, engrais, produits phytosanitaires) le jour où le Projet ne les fournira plus,
- le risque de pertes financières pour le pépiniériste,

- le temps de travail important que requiert cette activité,
- le fort intérêt des pépiniéristes pour la subvention qui représentait lors de la campagne 92 plus de la moitié des bénéfices,
- le coût important des frais d'encadrement,
- l'impact psychologique de la privatisation pour le personnel du Projet, qui engendre pour ce dernier une perte d'autorité et d'emploi si le Projet se termine.

Questions en suspens

Ce nouveau système de production et ses conséquences sont une véritable révolution dans le milieu paysan. Il entraîne peu à peu une évolution sociale du pépiniériste qui devient un personnage important grâce à ses revenus et ses responsabilités. Mais cela ne va pas sans poser de multiples questions. Quel va être l'encadrement à mettre en place et à maintenir ? Quelle sera la place de l'État auprès de ces agriculteurs ? L'arrêt du Projet va-t-il laisser des pépiniéristes livrés à eux-mêmes avec l'émergence d'une économie libérale, ou les services publics d'encadrement (le Département des Eaux et Forêts) tiendront-ils un rôle ?

Conséquences de ce changement sur le fonctionnement de l'exploitation agricole

Il apparaît aussi intéressant de saisir l'importance sociale et économique de la pépinière dans les exploitations car cela conditionne l'évolution de l'intervention du Projet Forestier de la Banque Mondiale dans ces pépinières privées. Le but ici est de cerner la place qu'occupe la pépinière au sein de l'exploitation du pépiniériste, tant au niveau économique qu'au niveau de l'organisation du travail, et par voie de conséquence, sur le plan social. Pour ce faire, nous employons la méthode de visite d'exploitation agricole du Rugo au marais mise au point par "L'atelier régional de recherche de Buyenzi", sous la responsabilité d'A. Drion, de l'ISABU (1, 2).

Le terme de "rugo" désigne l'enclos où se regroupent les maisons d'habitation et leurs annexes appartenant aux membres d'une famille sous l'autorité du chef d'exploitation agricole. Le "marais" désigne ici les champs cultivés dans les bas fonds, en contre saison. Traditionnellement le rugo se situe sur la partie supérieure de la colline, et les parcelles cultivées se succèdent en dessous jusqu'au marais. L'expression "du rugo au marais" signifie que l'exploitation est visitée dans son intégralité.

Mener cette étude sur plus de la moitié des 35 pépinières du secteur a permis de comprendre l'exploitation comme un système composé de différents sous-systèmes en relation entre eux : sous-système-élevage, sous-système vivrier sur colline, sous-système vivrier en marais, sous-système banane-colocase (tubercule), sous-système pépinière (Figure 4).

Le premier point montre que les exploitations agricoles des pépiniéristes sont assez classiques et représentatives de l'ensemble des exploitations de la région : morcellement des exploitations, problème classique de fertilité dû au manque de fumure, objectifs à moyen terme : assurer les besoins primaires, agrandir l'exploitation par achat de bonnes terres, obtenir des revenus monétaires meilleurs par accroissement des cultures de rentes.

On note la sur-importance du sous-système café. Dans

ce schéma d'autosubsistance, le café est la seule solution pour répondre aux besoins monétaires des paysans (frais de santé, de vêtements, de scolarité, etc...). La nécessité de répondre à ces besoins poussent les paysans à étendre leurs caféières.

Cette importance notable du café entraîne un déséquilibre au sein de l'exploitation (Figure 4). C'est la culture privilégiée en raison de son apport financier. On note la prédominance du café dans l'achat des intrants agricoles (engrais, produits phytosanitaires, etc...). Comme au Burundi, le paillage du café est obligatoire, les résidus des cultures vivrières (tiges, feuilles, etc...) sont utilisés à cet effet, ce qui entraîne un véritable transfert de fertilité des terres affectées aux cultures vivrières, vers les caféières. D'où une baisse continue de la fertilité des sols destinés aux cultures vivrières.

Face à cette situation, on peut se demander quels sont les changements que peut apporter la pépinière ou ceux qu'elle a déjà apportés ? Les visites ont permis de faire apparaître trois apports essentiels :

- la pépinière devient la première source de revenus monétaires, au moins équivalente au café,
- elle nécessite un temps de travail important (260 jours/homme par an environ),
- elle entraîne une élévation sociale, car le pépiniériste est la seule personne capable de produire des plants de qualité.

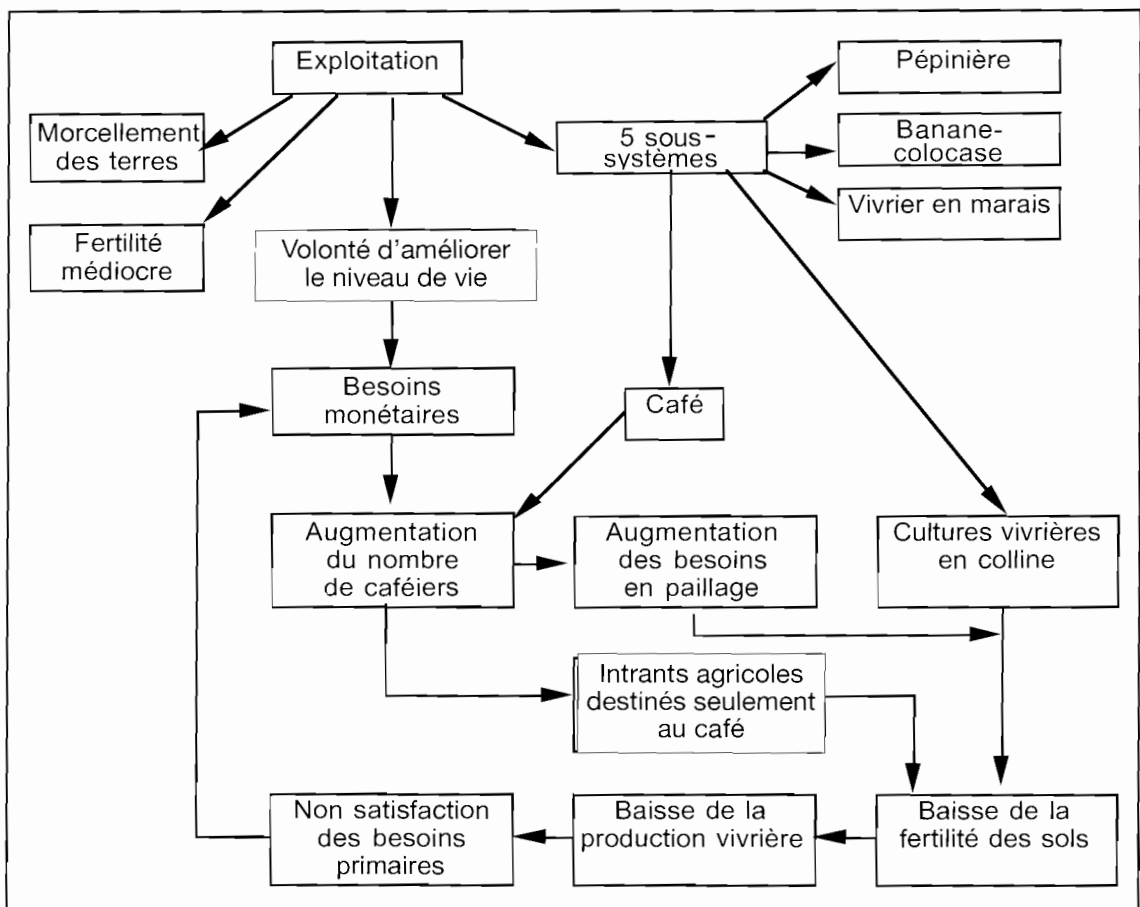


Figure 4 - Fonctionnement général des exploitations des pépiniéristes

Les pépiniéristes passent la plupart de leur temps à la pépinière, déléguant ainsi les travaux agricoles concernant les cultures vivrières aux femmes, aux enfants, et aux ouvriers salariés. Les revenus issus de la pépinière varient énormément en fonction de la taille de la pépinière, du taux de réussite des semis et du temps consacré à ce sous-système de l'exploitation. Les résultats financiers prennent en compte un forfait journalier de 120 Fbu multiplié par le nombre de jours de travail à la pépinière. Sur ces bases, les marges brutes avec subvention varient de 9837 Fbu à 118 884 Fbu (92/93). Si on enlève la subvention, 4 pépiniéristes sur 35 ont un bénéfice final déficitaire.

Sur l'élévation du niveau social, on constate qu'un certain nombre de pépiniéristes ont pris des responsabilités au sein de leur commune soit au niveau "politique" soit au niveau de la vulgarisation agricole. Ainsi, tel pépiniériste est devenu l'adjoint de l'administrateur communal, et tel autre est devenu vulgarisateur du Département des Eaux et Forêts.

Les conséquences directes de la pépinière sur les exploitations peuvent engendrer des modifications dans le fonctionnement de celles-ci. On peut espérer qu'un processus de "démystification" de la culture du café est en cours. Cette dernière n'est plus la seule à permettre le nécessaire accroissement des revenus monétaires des exploitations agricoles.

La privatisation des pépinières entraîne un afflux monétaire au sein des exploitations, on peut ainsi espérer une meilleure stabilité par la diversification des revenus et une amélioration de la fertilité des sols par un accès facilité aux intrants (engrais, pesticides, etc...). Le passage à une micro-économie plus monétarisée permettrait l'augmentation du niveau de vie des pépiniéristes,

mais aussi la création d'un circuit économique en milieu rural. On pourrait dire qu'il y a création de richesse.

Conséquences du passage à une "économie de marché"

Avec la promotion des pépiniéristes privés, le gouvernement burundais favorise l'initiative individuelle. Cependant le passage à une économie plus monétarisée en milieu rural n'est pas sans conséquences sur le fonctionnement du monde paysan.

L'existence d'un marché à segmenter et à développer

L'étude menée sur les acheteurs (Figure 5) a montré de fortes disparités entre eux tant par leur catégorie socio-professionnelle que par leur choix des essences. Il existe certes un marché bien réel, mais il faut le segmenter. Si les agriculteurs constituent le premier groupe d'acheteurs en nombre (61,6 %), ils ne représentent que deux-cinquièmes des ventes (39,3 %). En revanche les fonctionnaires et les institutions, bien qu'en nombre plus faible, représentent de fortes parts de marché et il ne faut donc pas les sous-estimer. D'autant que les institutions (mission, église, etc...) représentent des clients "riches" et stables d'une année sur l'autre.

Une étude de la clientèle a fait apparaître que toute stratégie de développement des pépinières devra prendre en compte :

- une perception positive de la pépinière,
- une croissance importante des achats,
- un prix actuel des plants jugé abordable,
- des attentes précises au niveau des essences,
- une volonté importante du client de recevoir des conseils et un encadrement fiables.

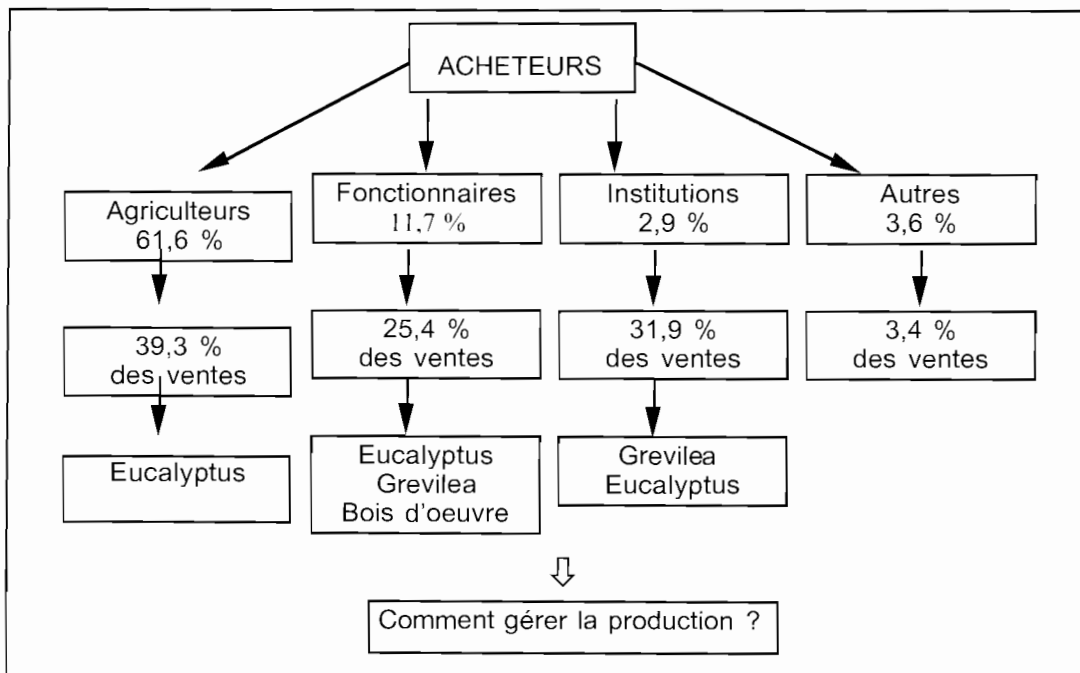


Figure 5 - Un marché des plants forestiers à segmenter

Une rentabilité nécessaire à prévoir dans le temps

La privatisation des pépinières et le passage à une économie plus monétarisée implique que ces dernières soient financièrement rentables. Or, sans la subvention qui, à 4 Fbu par plant de qualité, couvre les coûts de production, les résultats financiers chez certains pépiniéristes pourraient être négatifs.

L'étude menée chez les acheteurs permet d'espérer une forte croissance du marché ainsi que la possibilité d'augmenter le prix de vente des plants jusqu'à 6 Fbu par plant. Les simulations menées à partir des ventes potentielles donnent des résultats financiers positifs à trois ans, en ayant progressivement réduit la subvention distribuée par le Projet (de l'ordre de 1,5 Fbu par plant) tout en ayant fixé le prix de vente à 6 Fbu par plant.

Privatisation et diminution progressive de la subvention nécessitent au préalable une formation des pépiniéristes à la gestion. Car ceux-ci ont souvent tendance à dépenser rapidement tout l'argent gagné lors de la vente des plants ou à l'utiliser sur d'autres secteurs de l'exploitation au détriment du bon fonctionnement de la pépinière. Le pépiniériste peut alors manquer de fonds pour entamer la campagne suivante et pour payer les ouvriers ainsi que les intrants nécessaires (semence, sachets de repiquage, etc...). Il semble souhaitable qu'il apprenne à établir un compte de résultat simplifié (Figure 6).

Dans un second temps, il serait bon d'amener les pépiniéristes à établir un compte de résultat prévisionnel. Ceci devrait alors permettre d'aborder deux notions essentielles :

- la notion de fonds de roulement,
- la notion de coût de production par plant, permettant de raisonner les prix de vente.

Ceci pose alors la question de savoir qui pourra assurer la formation à la gestion, mais surtout qui se chargera par la suite d'effectuer un suivi de la comptabilité et de la gestion de ces exploitations ?

Nous pouvons de nouveau nous interroger sur la place que tiendra l'Etat et ses services à l'avenir. Une fois ce processus de désengagement achevé, quels services et quelles structures seront maintenus ?

Il convient de cerner les limites de la privatisation, en sachant qu'il est difficile d'envisager un système com-

CHARGES	PRODUITS
INTRANTS + MAIN-D'OEUVRE	VENTE DES PLANTS + SUBVENTION
TOTAL 1	TOTAL 2

TOTAL 2 > TOTAL 1 : Gain financier = TOTAL 2 - TOTAL 1
TOTAL 2 < TOTAL 1 : Perte financière = TOTAL 1 - TOTAL 2

Figure 6 - Exemple de compte de résultat simplifié

plètement autonome avec des pépiniéristes totalement livrés à eux-mêmes.

Conditions pour une privatisation réussie

La réussite de la privatisation passe par de nouvelles actions de formations et la mise en place d'un programme d'accompagnement des acheteurs, des réflexions à plus long terme sur l'organisation et l'encadrement des pépiniéristes. Les formations doivent permettre de répondre aux exigences d'une "économie de marché", notamment la bonne gestion de l'outil de production (la pépinière) et la prise en compte des attentes du marché.

Nous proposons les programme suivants :

- Durant les 3 premières années :
 - une formation à la gestion comptable,
 - une formation à la gestion de production,
 - une formation aux techniques de la pépinière.
- en relais, après un an, et durant aussi 3 ans :
 - une formation aux techniques de l'agroforesterie,
 - une formation aux techniques de lutte anti-érosive,
 - une formation à l'entretien des boisements.
- en relais, après deux ans, et durant aussi trois ans :
 - une formation sur le suivi des acheteurs,
 - une formation à l'animation des réunions.

En fonction des attentes des acheteurs et des objectifs du Projet, le programme de formation pourrait suivre le processus suivant :

1. visite de l'exploitation selon la méthode des visites du rugo au marais, et évaluation des atouts et des contraintes de l'exploitation, avec une prise en compte des désirs de l'exploitant et de sa famille,
2. calcul avec l'exploitant de ses besoins en bois,
3. évaluation des ressources forestières actuelles sur l'exploitation,
4. évaluation du dispositif anti-érosif actuel,
5. décision avec l'exploitant des travaux à mener dans les domaines des plantations en boisement, de l'agroforesterie, et de la lutte anti-érosive,
6. choix des essences adéquates en fonction du désir de l'exploitant, de ses besoins et du terroir dans lequel il se trouve,
7. Suivi régulier de l'exploitation et des plantations.

Des réflexions importantes à plus long terme s'avèrent nécessaires, elles concernent notamment :

- L'organisation d'une filière d'approvisionnement en intrants. Le Projet fournit pour l'instant tous les intrants et les facture ensuite. A terme, il faudra que s'établisse une véritable filière, partant des grossistes ou importateurs de la capitale jusqu'aux pépiniéristes.
- Le maintien et l'organisation de l'encadrement des pépiniéristes. Nécessaire à l'heure actuelle, il est raisonnable de penser qu'à terme il faudra maintenir sa présence pour :
 - former de nouveaux pépiniéristes,
 - former les pépiniéristes à de nouvelles techniques,

- assurer la vulgarisation de nouvelles essences chez les pépiniéristes,
 - assurer un suivi technique global des pépinières.
- Il serait illusoire de penser que les pépiniéristes seront autonomes au point de se passer de ces services. Même dans les pays développés les agriculteurs continuent d'avoir des services d'encadrement, de conseil et de développement. Il convient en revanche de se demander qui pourra assurer ce rôle.

Conclusion

Il est possible d'envisager positivement la poursuite du processus de privatisation des pépinières. Le passage d'une économie d'autosubsistance à une économie plus monétarisée doit améliorer le niveau de vie en milieu rural. Cependant, cette transition nécessite un changement important dans les mentalités, avec l'arrivée de notions nouvelles telles que la gestion, l'existence et les exigences du marché, etc...

L'un des plus grands problèmes des projets de développement est leur fin mal préparée. Ceci entraîne sou-

vent la disparition de tout ou partie des réalisations de ces projets. Par le processus de privatisation, le Projet forestier souhaite mettre en place des entrepreneurs agricoles autonomes et responsables. La prise en charge de l'encadrement des pépiniéristes par le Département des Eaux et Forêts semble la condition sine qua non de la réussite de la privatisation et du passage progressif à une économie monétarisée en milieu rural.

Une économie plus libérale ne signifie pas automatiquement des agents économiques livrés totalement à eux-mêmes. Dans le cadre précis du Projet forestier, l'Etat par l'intermédiaire de son Département des Eaux et Forêts, doit déjà se soucier de sa place auprès des pépiniéristes. Ceci sous-entend dès à présent une réflexion avec tous les intervenants actuels ou à venir. En prenant en compte les demandes des divers partenaires, en s'appuyant sur les acquis, en tenant compte des exigences techniques et financières, l'Etat burundais peut définir pour les années à venir les formes de ses actions auprès des pépiniéristes et des populations rurales.

Annexe : Les différentes essences utilisées au Burundi.

Nom latin	Nom français	Famille	Age d'exploitabilité	Utilisation
<i>Eucalyptus grandis maiden</i> <i>Eucalyptus robusta</i> <i>Eucalyptus saligna</i> <i>Eucalyptus tereticornis</i>	Eucalyptus	Myrtacées	dès 3 à 5 ans	Bois de feu et bois de service
<i>Grevilea robusta</i> <i>Grevilea banksii</i>	Grevilea ou chêne argenté	Protéacées	5-7 ans et plus	Bois d'oeuvre
<i>Cedrela serrulata</i> <i>Cedrela odorata</i>	Cedrela	Méliacées	40-50 ans	et
<i>Pinus patula</i> <i>Pinus caribea</i>	Pin	Pinacées	> 10-15 ans	bois de feu
<i>Acacia longifolia</i> <i>Acacia melanoxylon</i> <i>Acacia mangium</i>	Acacia	Mimosacées	10 ans ?	pour les essences
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> <i>Maesopsis eminii</i> <i>Markhamia lutea</i>	Acrocarpus Maesopsis Markhamia	Caesalpiniacées Rhamacées Bignoniacées	> 20 ans > 20 ans	qui ont mal poussé
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Calliandra	Mimosacées	-	Arbustes
<i>Leucanea diversifolia</i> <i>Leucanea leucocephala</i>	Leucanea	Mimosacées	1 an	fourragers
<i>Persea americana</i> <i>Passiflora edulis</i> <i>Cyphomandra betacea</i> <i>Mangifera indica</i> <i>Carica papayer</i>	Avocatier Fruit de la passion Prunier du Japon Manguier Papayer	Lauracées Passifloracées Solanacées Anacardiées Passifloracées	8 ans 1 an - 4 ans 1 an	Arbres fruitiers

Références bibliographiques

1. Drion A., 1991. " La méthode de visite d'exploitation agricole " Du Rugo au Marais", Fiche technique n° 18, 34 p., ISABU, Bujumbura.
2. Drion A., 1993. " Une approche globale et systémique des exploitations agricoles par une méthode informelle : la méthode de visite d'exploitation agricole " Du Rugo au Marais" - cas du Buyenzi", Publication n° 170, 58 p., ISABU, Bujumbura.
3. Mathieu C., 1984. " L'érosion et la lutte anti-érosive au Burundi", in Conférence présentée à Bukavu (Zaïre) lors du séminaire sur l'érosion des sols du Kivu (23-28 janvier 1984) - actualité novembre 1986 - 10 p., Bukavu
4. Vauron P., 1992. Les projets forestiers, dossier Burundi. "L'arbre et le Burundi, Bois et Forêts des Tropiques", n° 233, 3e trimestre 1992, 21-33.

C. Gasc, Français, ingénieur d'agriculture (ESAP), Diplômé d'Etudes Supérieures Spécialisées de l'Institut de Préparation aux Affaires (Toulouse).
C. Mathieu, Français, ingénieur industriel (Huy), Docteur en Sciences (Lg.) Habilité à diriger des Recherches (Toulouse). Professeur à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan à Toulouse. Membre Correspondant de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer (France).

Análisis ecofisiológico del cultivo de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de estrés de la sequía y la salinidad.

H. Bosque Sanchez¹, R. Lemeur² & P. Van Damme²

Keywords : Ecophysiology - Chlorophyll fluorescence - Quínoa - Drought - Salinity - Stress

Resumen

Hemos investigado la influencia relativa des estrés de la sequía y salinidad con similares potenciales hídricos del suelo, en el crecimiento; las relaciones hídricas en la planta y la tasa fotosintética de *Chenopodium quinoa* Willd., como también la utilización de técnicas comunes en estudios de la fisiología del estrés. Se han impuesto dos niveles de estrés salino (S1=3852,8 mg.1⁻¹ NaCl y S2=8051,2 mg.1⁻¹ NaCl) y dos de sequía, con potenciales matriciales (Ψ_m) de -0,159 MPa (D1) y -0,279 MPa (D2), y el control (c) sin estrés con 65% de contenido volumétrico de agua en el suelo (Ψ_m =-0,059 MPa). Los resultados de experimento en invernadero indicaron un mejor crecimiento relativo y absoluto en condiciones salinas, y que la planta ha desarrollado mecanismos de adaptación a la sequía a través de elevada eficiencia de uso de agua y alta relación raíz/tallo. La resistencia estomática y el potencial hídrico foliar fueron mayores cuando las condiciones de estrés eran altas. La relación de fluorescencia de la clorofila variable a máxima (Fv/Fm) y el análisis de extinción de fluorescencia (qP y qN) mostraron que las plantas bajo sequía tienen menos protección a la fotoinhibición. El porómetro de difusión dinámica tiene uso limitado en plantas con vesículas salinas.

Summary

Ecophysiological Analysis of Drought and Salinity Stress Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.)

We have studied the relative influence of drought and salinity stress, with similar soil water potentials on growth, water relations and photosynthetic rate of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), testing at the same time certain techniques of stress physiology studies. As treatments, we have imposed two levels of salinity stress (S1=3852,8 mg.1⁻¹ NaCl and S2=8051.2 mg.1⁻¹ NaCl) and two of levels of drought stress with -0.159 MPa (D1) and -0.279 MPa (D2) of soil water potentials (Ψ_m), and the control (c) treatment without stress (65% of volumetric soil water content, i.e. Ψ_m =-0.059 MPa). Our results of the greenhouse experiment have shown that quinoa has better relative and absolute growth rate in saline conditions, and the plant have developed adaptations mechanisms to drought through higher water use efficiency and high root/shoot ratio. The stomatal resistance and leaf water potential were higher as higher were the stress conditions. The variable chlorophyll fluorescence to maximal chlorophyll fluorescence ratio (Fv/Fm) and the fluorescence quenching analysis (photochemical: qP and non-photochemical : qN) have shown the plants under drought stress are less protected against photoinhibition. Finally the use of Dynamic Diffusion Porometer has limitations for studies of plants species with salt bladders as quinoa.

Introducción

Dos de los problemas medio ambientales más importantes que influyen sobre la productividad agrícola en el mundo son la sequía y salinidad. Se estima que un tercio de las tierras del planeta potencialmente arables sufren por un inadecuado suministro de agua y cerca del 10% de suelos arables son afectados negativamente por la salinidad del suelo (13,15,16,20). Con el continuo crecimiento de la población, particularmente en los países en desarrollo y la disminución de tierras arables, es muy urgente la necesidad de minimizar los efectos de la salinidad y la sequía o cualquier problema medio ambiental sobre el normal desarrollo de las plantas y su rendimiento.

El Altiplano peruano - boliviano a altitudes entre 3,000-4,000 m, es una de las regiones de mayor severidad medio ambiental para la actividad agrícola. Son comunes las heladas y sequías, evapotranspiración elevada, baja humedad relativa y temperaturas de rocío muy bajas. La radiación UV es mayor y la concentración de CO₂ baja a la mitad de lo que es a nivel del mar. La mayoría de los suelos son marginales, pedregosos, salinos y de muy baja fertilidad natural, y drenaje pobre o muy elevado. Valores extremos de pH, desde 4,8 en algunas del Perú hasta 8,5 en pampas salinas bolivianas (7,14). Uno de los cultivos nativos bien adaptados a estas condiciones es la quínoa

¹ Universidad of San Andres, La Paz, Bolivia. hbosque@hotmail.com.

² Universidad de Gante. Patrick.Van Damme@rug.ac.be; Raoul.Lemeur@rug.ac.be; Coupure Links 653, 9000 Gante, Bélgica.

(*Chenopodium quinoa* Willd). Se produce bajo condiciones ecológicas extremas, pero su fisiología es todavía desconocida. En vista de esto, el objetivo principal de esta investigación fue el análisis de la respuesta ecofisiológica de la quínoa boliviana "real" bajo condiciones de estrés de sequía y salinidad, habiéndose determinado parámetros de crecimiento, resistencia estomática (r_s), potencial hídrico foliar (Ψ_f) y los parámetros de la fluorescencia de la clorofila.

Materiales y Métodos

La investigación fue ejecutada en un invernadero de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Gante, Bélgica, entre los meses de febrero y julio. Se ha utilizado la variedad "Real" de quínoa, originaria del Altiplano Sur boliviano.

Se ha sembrado en macetas de 10-dm³ de capacidad en suelo de textura franca, y se ha efectuado raleo a 3 hojas por maceta en la fase de 6 hojas. Las plantas crecieron en condiciones uniformes de invernadero y con contenido de agua similares (65% de agua disponible del suelo) hasta los 70 días después de la siembra; y en los primeros estadios de crecimiento (febrero y parte de marzo), se ha suplido con iluminación artificial para completar a 12.5 horas de luz por día. Los cinco tratamientos consistieron de salinización nivel 1 (S1) con 3852,8 mg.l⁻¹ NaCl y nivel 2 (S2) con 8051,2 mg.l⁻¹ NaCl; estrés de sequía a -0,159 MPa (D1) y -0,279 MPa (D2) de potenciales mátricos, y el testigo (C). Para salinizar el suelo, hemos añadido las soluciones de NaCl de las dos concentraciones mencionadas en forma diaria durante 4 días, hasta completar la cantidad necesaria por maceta, con la finalidad de evitar un shock, si se añadiera de una sola vez. Para los tratamientos de sequía, hemos dejado que el agua se evapotranspire desde 65% de contenido volumétrico (θ_v) hasta 35% θ_v para D1 y 20% θ_v para D2. Las macetas fueron colocadas en diseño de bloques al azar con tres repeticiones, teniendo en total 15 unidades experimentales (macetas); y para el análisis estadístico se ha utilizado el modelo lineal aditivo.

Los parámetros ecofisiológicos fueron determinados durante 5 semanas (uno por semana), empezando 70 días después de la siembra, utilizando los siguientes métodos e instrumentos: Parámetros de crecimiento (terminología de Hunt, (12)); resistencia estomática (Porómetro de Difusión Dinámica ΔT AP3); potencial hídrico foliar (psicrómetro termopar WESCOR HR-33T);

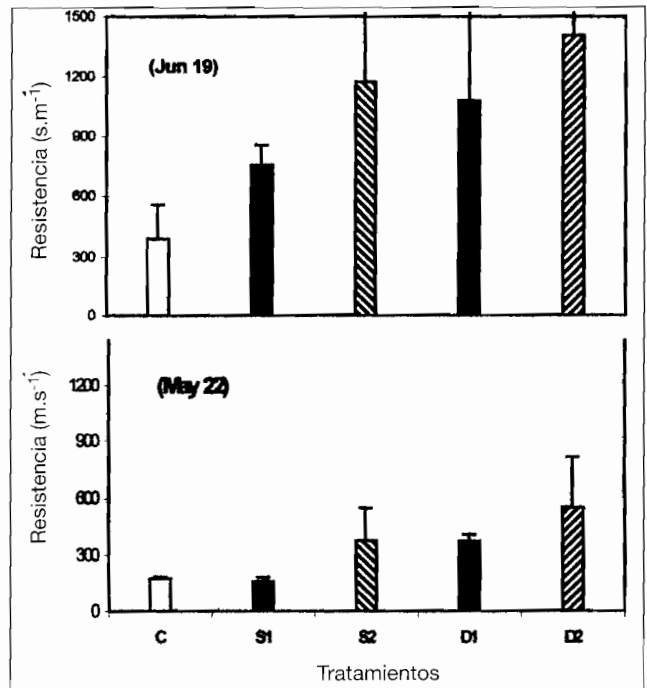


Figura 1 - Resistencia estomática de *Chenopodium quinoa* Willd. en la primera y segunda mediciones

y fluorescencia de la clorofila (Fluorómetro Portátil PAM-2000 Heinz Walz GmbH). El contenido de agua en el suelo fue controlado con tensiómetros (tratamientos salinos y el control), método gravimétrico y psicrómetro de suelos (tratamientos de sequía).

Resultados

Parámetros de crecimiento

En general el Cuadro 1 muestra que las plantas bajo condiciones salinas respondieron mejor que aquellas bajo sequía. Mientras que la respuesta general a la salinidad de concentraciones moderadas a altas es la reducción de crecimiento e interferencia en nutrición vegetal (21), nuestros resultados muestran lo contrario. Munns y Termaat (19) demostraron que las glicófitas tienen como una respuesta inicial la disminución de crecimiento de hojas. Gorham (10) menciona que la inhibición de expansión celular y la reducción de área foliar para fotosíntesis son las limitaciones más importantes. La salinidad aumenta la conductividad hidráulica (6), y probablemente debido a la salinidad y el aumento de absorción iónica fue el resultado de mayor

Cuadro 1

Rendimiento total en biomasa (TBY, g.planta⁻¹), Relación de crecimiento relativo (RGR), Relación de Área/hoja (LAR, cm².g⁻¹), Relaciones Raíz/Tallo (RSR), y Peso fresco/Peso seco (FW/DW) en TBY, Tallo/Raíz (FW/DW) de *Chenopodium quinoa* Willd. en condiciones salinas y sequía.

Trat	TBY (g.pl ⁻¹)		RGR	LAR (cm ² .g ⁻¹)	RSR (g/g)	RBY FW/DW	Tallo FW/DW	Raíz FW/DW
	FW	DW						
C	53,27 ± 11,9	8,50 ± 1,92	2,20 ± 0,72	75,73 ± 6,08	1,73 ± 0,08	6,27 ± 0,20	6,62 ± 0,20	3,75 ± 0,12
S1	69,64 ± 30,83	11,26 ± 0,44	3,23 ± 0,17	87,06 ± 26,9	1,79 ± 0,06	6,18 ± 0,13	6,54 ± 0,09	3,66 ± 0,18
S2	62,66 ± 3,81	10,14 ± 0,56	2,81 ± 0,21	60,31 ± 12,7	1,70 ± 0,11	6,18 ± 0,18	6,50 ± 0,11	3,73 ± 0,34
D1	41,04 ± 3,34	6,87 ± 0,56	1,58 ± 0,21	57,55 ± 6,30	1,81 ± 0,10	5,98 ± 0,15	6,39 ± 0,18	3,53 ± 0,19
D2	37,41 ± 6,59	6,31 ± 1,32	1,37 ± 0,50	58,49 ± 6,18	1,82 ± 0,10	5,96 ± 0,19	6,29 ± 0,20	3,40 ± 0,11
Est,	**	**	*	**	**	**	*	*

Estadísticamente significativo al 0,01 (**) y 0,05 (*)

Cuadro 2
Potenciales hídricos durante cinco determinaciones semanales en *Chenopodium quinoa* (las unidades en MPa \pm SD)

Trat	May 22	May 29	Jun 6	Jun 11	Jun 19
C	-1,34 \pm 0,14	-1,28 \pm 0,12	-1,50 \pm 0,06	-1,20 \pm 0,16	-1,46 \pm 0,07
S1	-1,31 \pm 0,17	-1,19 \pm 0,19	-1,59 \pm 0,20	-1,27 \pm 0,12	-1,38 \pm 0,10
S2	-1,46 \pm 0,12	-1,41 \pm 0,14	-1,85 \pm 0,02	-1,40 \pm 0,13	-1,88 \pm 0,12
D1	-1,49 \pm 0,10	-1,49 \pm 0,03	-1,69 \pm 0,19	-1,45 \pm 0,05	-1,42 \pm 0,25
D2	-1,52 \pm 0,12	-1,81 \pm 0,15	-1,91 \pm 0,32	-1,32 \pm 0,26	-1,89 \pm 0,30
Est.	ns	ns	ns	ns	ns

ns: estadísticamente no existen diferencias entre tratamientos ($p < 0,05$)

incremento en el crecimiento de *C. quinoa*. Estos resultados muestran que la quínoa pertenecería a las halófitas.

Estrés de sequía es conocido por decrecer producción y tamaño de hojas, incremento de mortalidad de hojas y reducción de altura de planta y pesos radiculares y del tallo en muchas especies vegetales (8). Blum y Sullivan (2), en respuesta a la sequía en trigo, mencionaron una reducción en peso total de tallos con un incremento en la longitud de raíces. Blum *et al* (3), mostró el efecto del tamaño de planta en tolerancia a la sequía. En nuestro estudio la tolerancia a la sequía fue incrementada, pero la tasa de crecimiento fue afectada.

Resistencia estomática (r_s)

C. quinoa tiene hojas anistomáticas y estomas anociticas con poros orientados al azar. En la Figura 1 hay una tendencia general en los niveles 2 de estrés, de tener r_s elevadas. García *et al.* (9), mencionan que la r_s en *C. quinoa* es menor en condiciones de sequía que en los de riego. Espíndola (1986), encontró que la transpiración en quínoa fue reducida e incrementada la resistencia de difusión de vapor al aumentarse el déficit hídrico del suelo. Barbe (1), en plántulas de quínoa ha observado que la tasa de transpiración fue reducida a medida que el contenido de agua en el suelo disminuyó. Lal y Edwards (17), encontraron que con la capacidad de retención de agua, la conductancia estomática y la transpiración declinó con el aumento del período de estrés en *Zea Mays* y *Amaranthus cruentus*.

En *C. quinoa* estas comparaciones indican que en estrés salino y de sequía a nivel 2 (S2 y D2), la reducción de la transpiración por aumento de la r_s ayudan a la planta en condiciones de déficit hídrico. El bajo valor

de r_s encontrado para el tratamiento S1 probablemente no significa estrés a este nivel de salinidad y contenido hídrico del suelo.

Potencial hídrico foliar (ψ_1)

En Cuadro 2 están los datos de ψ_1 obtenidos durante 5 mediciones semanales.

El ψ_1 fue levemente variable entre tratamientos. La tendencia general es que las hojas con sequía de nivel 2 (D2) y 1 (D1), y estrés salino al nivel 2 (S2) mostraron los más bajos ψ_1 . La excepción fue con el tratamiento salino al nivel 1 (S1) cuya tendencia fue más alto, el cual es relativo al uso máximo de agua durante el período experimental.

Espíndola (1986), determinó como los valores más bajos de ψ_1 en *C. quinoa* -4,2 MPa en el cual el ψ_{soil} fue -11,1 MPa, i.e. 4,7% más bajo que PWP. García *et al.* (9) mostraron que las plantas irrigadas tenían ψ_1 entre -1,0 MPa y -2,5 MPa mientras que las no irrigadas de -1,5 MPa y -3,2 MPa. En halófitas, aparte de disminuir ψ_1 , el exceso de sales en las hojas son concentradas y cristalizadas en células especiales. Estas estructural no son bioactivas en el metabolismo de las hojas, tampoco las sales "compartimentalizadas" o en tejidos u organelos. En *C. quinoa* tal vez lo más elaborado de adaptación a la salinidad y sequía es la formación de estructuras secretoras de sales, las vesículas salinas en superficies foliares y su importancia en el régimen hídrico de la planta.

Análisis de la fluorescencia de la clorofila

La aparición de "medidores de estrés" ha permitido la determinación de parámetros de extinción de la fluorescencia, especialmente la relación entre la fluorescencia variable y máxima, F_v/F_m (11). La técnica de fluo-

Cuadro 3
Relación de fluorescencia variable a máxima de acuerdo a niveles de sequía y salinidad. Valores promedio de cinco mediciones semanales.

Tratamientos	May 20	May 27	Jun 3	Jun 10	Jun 17
	Fv/Fm \pm SD	Fv/Fm \pm SD	Fv/Fm \pm SD	Fv/Fm \pm SD	Fv/Fm \pm SD
C	0,822 \pm 0,009	0,831 \pm 0,0002	0,812 \pm 0,012	0,828 \pm 0,005	0,826 \pm 0,008
S1	0,820 \pm 0,016	0,830 \pm 0,008	0,832 \pm 0,006	0,827 \pm 0,009	0,838 \pm 0,005
S2	0,834 \pm 0,010	0,836 \pm 0,008	0,833 \pm 0,006	0,825 \pm 0,010	0,833 \pm 0,008
D1	0,824 \pm 0,003	0,827 \pm 0,004	0,823 \pm 0,007	0,821 \pm 0,011	0,831 \pm 0,010
D2	0,816 \pm 0,002	0,833 \pm 0,005	0,826 \pm 0,003	0,813 \pm 0,003	0,829 \pm 0,003
Stat.	ns	ns	ns	ns	ns

ns: estadísticamente no diferencias significativas entre tratamientos.

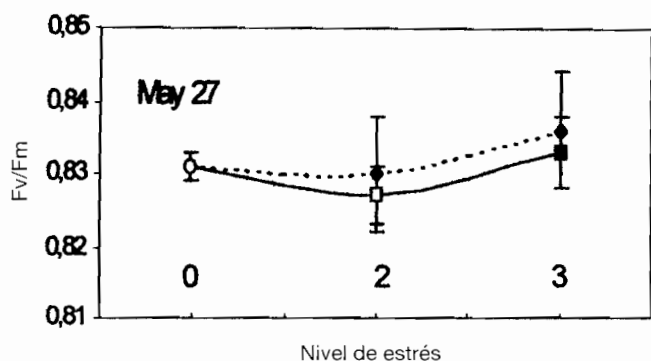


Figura 2 - Relación de variable a máxima fluorescencia de *Chenopodium quinoa* Willd. en condiciones de estrés de sequía (-) y salinidad (- - -). Control (o); estrés de sequía nivel 1, D1 (□); estrés de sequía nivel 2, D2 (■); estrés salino nivel 1, S1 (◊), y estrés salino nivel 2, S2 (★). Valores de la segunda determinación.

rescencia modulada ha demostrado la determinación de coeficientes de extinción de fluorescencia fotoquímica (qP) y no-fotoquímica (qN), como también el rendimiento fotoquímico cuántico, y la curva regular de Kautsky (18). En este estudio nuestro análisis se centró en la relación F_v/F_m y coeficientes de extinción (qP y qN).

Los valores semanales de F_v/F_m (Cuadro 3) muestran una diferencia no significativa entre tratamientos. Sin embargo, las plantas en salinidad muestran valores levemente superiores de F_v/F_m (Figura 2). La reducción de F_v/F_m en plantas bajo sequía sugiere una disminución en la eficiencia cuántica máxima de PSII abierto como también un incremento en la disipación de calor. En *C. quinoa* bajo sequía y salinidad la relación F_v/F_m no fue afectado severamente. Sin embargo, otros estudios son necesarios, con niveles superiores de estrés y en condiciones naturales.

Los coeficientes de extinción, qP y qN, están ilustrados en la Figura 3. La única varicación fue en la extinción qN en estrés de sequía, el cual mostró mayor pendiente de reducción que en condiciones de estrés bajo salinidad. Este último indica que las plantas en salinidad tienen mejor protección a la fotoinhibición al nivel de los centros de reacción de PSII que las plantas bajo sequía.

Con estos resultados concluimos de que *Chenopodium quinoa* Willd. es una halófito facultativa. Que las vesículas salinas juegan un rol importante en las relaciones hídricas de la planta. *C. quinoa* tiene buena respuesta a condiciones de sequía, sin embargo, esta estrategia va en detrimento del rendimiento.

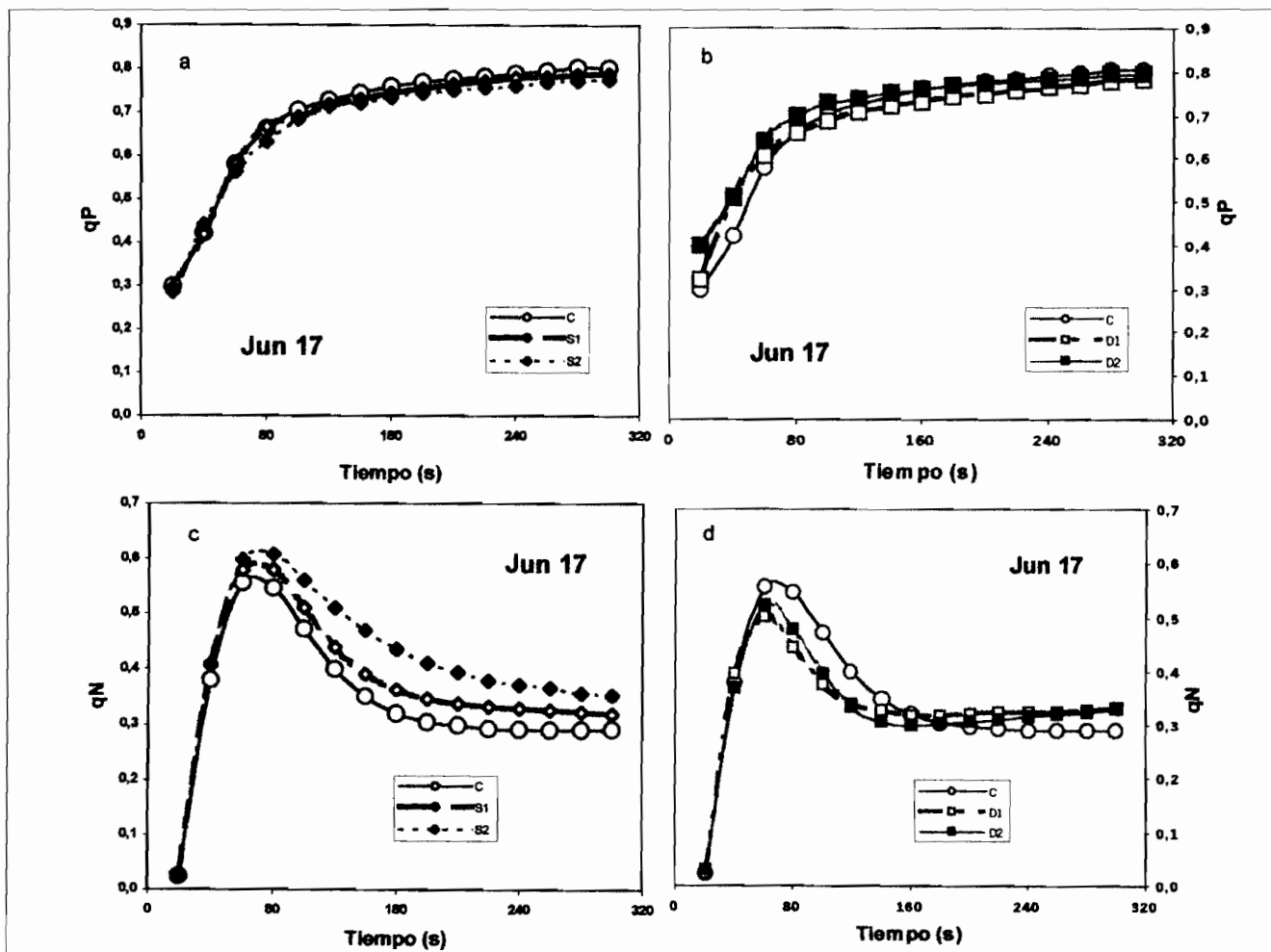


Figura 3 - Extinción fotoquímica qP (a,b) y no-fotoquímica qN (c,d) de la fluorescencia de la clorofila de *Chenopodium quinoa* Willd. en condiciones salinas (a,c) y sequía (b,d). Control (o); estrés de sequía nivel 1, D1 (□); estrés de sequía nivel 2, D2 (■); estrés salino nivel 1, S1 (◊), y estrés salino nivel 2, S2 (★). Datos de Junio 17.

La fluorescencia de la clorofila con Fluorómetro PAM-2000 demostró ser una herramienta útil para estudios de la fisiología del estrés. El porómetro de difusión dinámica tiene limitaciones en plantas con vesículas salinas. Estos resultados indican que la quínoa tiene una gran potencialidad como cultivo alternativo, par-

ticularmente para las zonas de condiciones ambientales adversas en donde otros cultivos no se desarrollan. En consecuencia el conocimiento profundo de su fisiología posibilitará la obtención de variedades más resistentes a la salinidad y tolerantes a la sequía.

Referencias

1. Barbe D., 1998. Droogtetolerantie van zes quinoacultivars *Chenopodium quinoa* Willd. Thesis Ind. Ingenieur, Hogeschool Gent.
2. Blum A. & Sullivan C.Y., 1997. The effect of plant size on wheat response to agents of drought stress. I. Root drying. *Aust. J. Plant Physiol.*, 24: 35-41.
3. Blum A., Sullivan C.Y. & Nguyen H.T., 1997. The effect of plant size on wheat response to agents of drought stress. II. Water deficit, heta and ABA. *Aust. J. Plant Physiol.*, 24: 43-48.
4. Bosque H., 1994. Cultivo en suka kollu de quinas tolerantes a heladas en dos épocas de siembra. Tesis de grado. Licenciado en Ingeniería Agronómica. UMSA. La Paz, Bolivia, p.130.
5. Dizes J. & Bonifacio A., 1992. Estudio en microscopia electrónica de la morfología de los órganos de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en relación con la resistencia ala sequía, Actas del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia, pp. 69-74.
6. Eвлagon D.L., Ravina I. & Seumann P., 1990. Interactive effects of salinity and calcium on hydraulic conductivity, osmotic adjustment and growth in primary roots of maize seedlings. *J. Botany*, 39: 239-247.
7. Fleming J.E. & Galway N.W., 1995. Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Cereals and pseudocereals (J.T. William, ed.), Chapman & Hall, pp. 3-83.
8. Fresnillo Fedorenko D.E., Fernandez O.A. & Busso C.A., 1995. The effect of water stress on top and root growth in *Medicago minima*. *Journal of Arid Environments*, Vol. 29 (1): 47-54.
9. Garcia M., Vacher J. & Hidalgo J., 1992. Estudio comparativo del comportamiento hídrico de dos variedades de quínoa en el altiplano central. Actas del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia, pp. 57-61.
10. Gorham J., 1996. Mechanisms of salt tolerance of halophytes, Halophytes and biosaline agriculture (R. Choukr-Allah, C.V. Malcolm & A. Hamdy, eds.). Dekker, New York, pp. 31-53.
11. Hovenden M.J. & Seppelt R.D., 1995. Utility of modulated fluorescence in measuring photosynthetic activity of Antarctic plants: Field and laboratory studies. *Aust. J. Plant Physiol.*, 22: 321-330.
12. Hunt R., 1990. Basic growth analysis. Allen and Unwin, New Zeland. p. 86.
13. International Atomic Energy Agency (IAEA), 1995. Introduction, management strategies to utilize salt affected soils. IAEA-TECDOC-814, Vienna, pp. 7-10.
14. Jacobsen S.-E., Jørgensen, I. & Stølen O., 1994. Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 122, 47-52.
15. Kergreis A., 1995. Sécheresse: risque écologique majeur pour le XXI siècle (Editorial). *Sécheresse* Vol. 6 (1): 7-8.
16. Kramer P.J., 1980. Drought stress and the origin of adaptations. Adaptation of plant to water and high temperature stress (N.C. Turner and P.J. Kramer, eds.), J. Wiley and Sons. New York. pp 7-20.
17. Lal A. & Edwards G.E., 1996. Analysis of inhibition of photosynthesis under water stress in the C₄ species *Amaranthus cruentus* and *Zea mays*: electron transport, CO₂ fixation and carboxylation capacity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 23: 403-412.
18. Lichtenthaler H.K., 1992. Review: The Kautsky effect: 60 years of chlorophyll fluorescence induction kinetics. *Photosynthetica* 27 (1-2): 45-55.
19. Munns R. & Termaat A., 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13: 143-160.
20. National Drought Mitigation Center - NDMC. 1996. Drought happens. University of Nebraska. Lincoln. USA.
21. Shannon, M.C., 1992. Effects of salinity on cellular and biochemical processes associated with salt tolerance in tropical plants, Proc. Plant stress in the tropical environment (T.L. Davenport and H.M. Harrington, eds.), Univ. FL, pp. 56-63.

H. Bosque, Bolivian, Agronomist Engineer, MSc. Soil Science and Eremology, Lecturer of Highland Plateau and Valleys Crops at Faculty of Agriculture of the State University of San Andres, P.O. Box 12807, Phone/Fax 591-2-419119. hbosque@hotmail.com; La Paz - Bolivia.

R. Lemeur, Belgian, Prof. Dr. ir. Physiological and Biophysical Ecology, Academic Staff and Head of the Department of Applied Ecology and Environmental Biology. Faculty of Agriculture and Applied Biological Sciences. University of Ghent. Phone +32(0)9 2646087. raoul.lemeur@rug.ac.be; Coupure Links 653, B-9000 Ghent-Belgium.

P. Van Damme, Belgian, Prof. Dr. ir. Tropical and Subtropical Agronomy and Etnobotany. Academic Staff of the Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Applied Biological Sciences. University of Ghent. Phone +32(0)9 2646087. patrick.van.damme@rug.ac.be; Coupure Links 653, B-9000 Ghent-Belgium.

Diversité phénotypique de quelques populations de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) en Tunisie

Dhahbia Khiari & M Boussaid*

Keywords : Rosmary - genetic variability - Natural populations - Principal component and discriminant analysis - Tunisia.

Résumé

La diversité phénotypique de cinq populations naturelles de romarin a été abordée par l'analyse de 10 paramètres morphologiques. Les analyses en composantes principale et discriminante effectuées sur les caractères considérés ont révélé une forte hétérogénéité entre les populations, liée aux conditions éco-géographiques des stations. La gamme de la variabilité est toutefois continue dans l'aire prospectée. Les variations constatées pourraient être utilisées dans des programmes d'amélioration de l'espèce.

Summary

Phenotypic Diversity of some Populations of Rosmary (*Rosmarinus officinalis* L.) in Tunisia

The phenotypic diversity of five rosmarin populations was estimated by the analysis of 10 morphological characters. The principal component (ACP) and the discriminant (DISC) analysis performed on the chosen characters have shown a strong inter-population heterogeneity linked to the different eco-geographic origins. However the variability is continuous in the prospected area. The observed variations can be exploited in the species improvement program.

Introduction

Le Romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) est une labiée pérenne, diploïde ($2n=24$) et à régime de reproduction préférentiellement allogame. Dans les conditions naturelles, la reproduction sexuée est associée à une propagation végétative à partir de tiges radicantes localisées à la base de la plante. L'espèce se présente sous forme d'arbrisseaux à tiges ligneuses pouvant atteindre 2 m de hauteur.

Les feuilles, étroites et linéaires sont sessiles et opposées. Elles sont réfléchies sur les bords, luisantes et verdâtres sur la face supérieure. La face inférieure, blanchâtre et tomenteuse, présente une nervure médiane saillante.

Les fleurs, insérées en grappes axillaires, ont une corolle à teinte blanchâtre, bleue (pâle à intense) ou pourpre mouchetée de violet (1). Le calice, plus court que la corolle, est pulvérulent et de coloration verdâtre ou violacée. L'androcée est constitué de 4 étamines dont deux stériles réduites à des crochets et deux fertiles portant des anthères, au sommet du filet terminé par une petite dent. Les fruits, quatre par fleur, sont des akènes simples. Les graines sont exalbuminées. La plante est exploitée depuis la plus haute antiquité pour ses propriétés médicales et aromatiques. De nombreuses actions thérapeutiques (diurétique, emménagogue, asthmatique...) ont été constatées depuis le huitième siècle par Ibn El Beithar (2, 5, 6). Plus de 48 spécialités différentes, renfermant le romarin, ont été rapportées dans de nombreux travaux (1, 5, 6). L'essence du romarin renferme plusieurs composés actifs qui exercent une action antiseptique, astrin-

gente, antalgique (5, 6) et hépatoprotectrice (4, 9). Des propriétés antioxydantes de ces huiles ont été également mises en évidence par plusieurs auteurs (1, 10). La composition qualitative des huiles essentielles est la même quelle que soit l'origine de l'espèce. Toutefois, la teneur en ces substances semble varier au sein et entre les provenances géographiques (6, 8).

L'espèce, à l'état spontané, est bien représentée dans le bassin méditerranéen (du Portugal à la Turquie, au Nord, et de l'Est du Maroc à la Cyranaïque au Sud). En Tunisie, le romarin pousse dans les étages bioclimatiques qui s'étendent du semi-aride inférieur à l'aride inférieur (variante à hivers frais à tempéré) sous des pluviométries annuelles comprises entre 200-600 mm. Cette espèce abonde sur les sols calcaires ou marneux, squelettiques et peu humifères. Elle est bien représentée au niveau des côtes littorales (presqu'île du Cap Bon, Sousse, Monastir, ...) et dans les maquis et garrigues continentales à base de *Pinus halepensis* (Pin d'Alep), *Juniperus phoenicea* (Genévrier de Phoenecie) et de *Tetraclinis articulata* (Thuya de Berberie).

Les pressions anthropiques multiformes (exploitation excessive pour la production des huiles essentielles, surpâturage, ...) ont conduit, à une dégradation de la végétation et à une réduction des surfaces. (45% des surfaces sont dégradées). La superficie occupée par l'espèce est estimée actuellement à 336 000 ha. (3). Des programmes de sauvegarde et d'utilisation rationnelle du romarin, en Tunisie, sont donc urgents à entreprendre.

L'analyse de la diversité génétique des populations na-

Laboratoire de Cultures Maraichères-Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott Mariem, 4042 Sousse - Tunisie

* Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie - B.P. 676, 1080 Tunis Cedex - Tunisie.

turelles (par des marqueurs morphologiques, isoenzymatiques, biochimiques et moléculaires) et l'établissement de stratégies de conservation constituent un préalable nécessaire pour assurer une gestion rationnelle des populations naturelles et créer des variétés économiquement et agronomiquement intéressantes (11).

La présente étude, première étape d'un programme de recherche visant la caractérisation de la diversité génétique du romarin en Tunisie, a porté sur l'analyse du polymorphisme phénotypique de quelques populations naturelles locales. L'utilisation de paramètres morphologiques (bien que ceux-ci sont souvent polygéniques) permet une bonne appréciation des potentialités adaptatives de l'espèce et fournirait aux sélectionneurs un outil simple de caractérisation de la variabilité phénotypique.

Matériel et méthodes

1 - Les peuplements et les caractères étudiés

Cinq populations naturelles, d'origines éco-géographiques différentes et représentatives de l'aire de répartition de l'espèce en Tunisie ont été prospectées. Les populations poussent sur des sols calcaires dans des maquis et garrigues à Pin d'Alep, Thuya de Berberie et Génévrier de Phoenécie. Le cortège floristique est constitué essentiellement d'*Ampelodesma mauritanica*, *Thymus capitatus*, *Thymus algeriensis*, *Lotophyllus argenteus*, *Fumana thymifolia*, *Prasium majus*, *Cistus monopelliensis* et *Cistus salvifolius*, *Genista cinerea*, *Pistacia lentiscus* et *Quercus coccifera*. Les caractéristiques écologiques essentielles des populations et le degré de leur perturbation sont représentés dans le tableau 1.

Trente individus, choisis au hasard dans chaque population, ont été subdivisés en trois lots constitué chacun de 10 plantes. Cette subdivision a été préconisée pour apprécier la variation intrapopulation par un « effet répétition » à l'intérieur de la population. Cinq rameaux en fleurs, sans tenir compte de leur position ont été prélevés sur chaque individu. Tous les rameaux mesurés se sont développés au cours de l'année de récolte. Le vestige de l'inflorescence, terminant l'axe développé l'année précédente, nous a servi de repère. Sur chaque rameau, 10 caractères se rapportant aussi bien au développement végétatif que reproducteur, ont été mesurés (Tableau 2). Le choix des paramètres a été établi à la suite d'observations préliminaires en tenant compte des descriptifs botaniques de l'espèce

Tableau 2
Caractères morphologiques analysés

Codes	Paramètres
1.LR	Longueur du rameau (cm)
2.NN	Nombre de nœuds du rameau
3.Ninf	Nombre d'inflorescences portées par le rameau
4.LFA	Longueur de la bractée axillaire de la première inflorescence (cm)
5.IFA	Largeur de la bractée axillaire de la première inflorescence (cm)
6.NFA	Nombre de feuilles avant la première inflorescence
7.NF/Inf	Nombre de fleurs par inflorescence
8.Lli	Longueur de la lèvre inférieure de la corolle (cm)
9.lli	Largeur de la lèvre inférieure de la corolle (cm)
10.Let	Longueur d'une étamine (cm)

figurant dans la flore de la Tunisie (12). Pour chacune des variables, la moyenne sur les cinq rameaux d'un individu est calculée.

2 - Méthodes d'analyse utilisées

Dans un premier temps nous avons effectué une analyse de variance à deux facteurs de classification: effet «répétition» (3 lots par population) et effet «population» (5 populations). L'analyse de variance a été suivie d'une comparaison des moyennes des différents caractères entre les populations par le test de Duncan au seuil de 5%.

Dans une seconde étape pour mieux apprécier la structuration de la variabilité globale des populations, nous avons soumis la matrice des données à une analyse en composantes principales (A.C.P.) (programme SAS, procédure Princomp, version 6), (13). Le pourcentage d'individus bien et mal classés dans leurs groupes respectifs est apprécié par une analyse discriminante (programme SAS, procédure Discrim, version 6.2).(13).

Résultats

1 - Analyse des caractères pris séparément

Le tableau 3 rapporte les résultats de l'analyse de variance et de la comparaison des moyennes. Il a révélé un effet population hautement significatif pour 8 sur les 10 caractères analysés, témoignant d'une grande hétérogénéité morphologique au sein de l'espèce. Les variables NF/Inf (nombre de fleurs par inflorescence) et IFA (largeur de la feuille à l'aiselle de la première inflorescence) accusent une variation non significative entre les peuplements.

Tableau 1
Quelques caractéristiques écologiques des 5 populations de romarin analysées.

Populations	Etages bioclimatiques	Variante **	Pluviométrie mm/an	Altitude (m)	Etat de la station
Sousse (S*)	SAI	doux	327	50	EH
Dj.Zit (Z)	SAS	doux	370	250	MD
Korbous (K)	SAS	doux	430	378	EH
Oueslatia (O)	AS	tempéré	347	300	S, dep, sp
Matmata (M)	AS	doux	239	500	EH S, dep, sp

* : S, Z, K, O et M : codes des populations

** : Moyenne des minima du mois le plus froid ; doux : 5,5 - 7°C ; tempéré : 3 - 5,5°C

SAI : semi-aride inférieur, SAS : semi-aride supérieur, AS : aride supérieur.

EH : érosion hydrique et géologique empêchant toute régénération de la végétation (sols vulnérables), prélèvements fréquents.

MD : mise en défens et érosion hydrique, peu de prélèvements.

S, dép, sp : Surexploitation et surpâturage associés à un dépérissement des individus. La régénération est quasi-absente.

Tableau 3
Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs de classification (population et répétition) et de la comparaison des moyennes pour les 10 caractères mesurés.

Caractère	Source de variation	dl	Fcal	Moyenne des caractères				
LR	Pop.	4	17,35**	K	Z	O	S	M
	Rep.	2	2,57	13,6 _a	12,3 _b	11,85 _b	9,72 _c	9,68 _c
	Rep. x pop.	8	0,42					
NN	Pop.	4	26,23**	O	K	S	M	Z
	Rep.	2	1,68	17,84 _a	17,51 _a	14,80 _b	14,40 _b	12,75 _c
	Rep. x pop.	8	2,01					
Ninf	Pop.	4	42,62**	K	O	S	Z	M
	Rep.	2	1,34	27,11 _a	25,15 _a	20,83 _b	16,35 _b	12,60 _b
	Rep. x pop.	8	1,48					
LFA	Pop.	4	41,55**	Z	K	O	S	M
	Rep.	2	1,59	2,61 _a	2,12 _b	2,01 _{bc}	1,95 _{bc}	1,67 _d
	Rep. x pop.	8	0,55					
IFA	Pop.	4	0,94					
	Rep.	2	0,95					
	Rep. x pop.	8	0,99					
NFA	Pop.	4	21,17**	M	S	Z	O	K
	Rep.	2	0,67	6,75 _a	4,70 _b	3,23 _c	2,83 _c	2,35 _b
	Rep. x pop.	8	1,47					
NF/Inf	Pop.	4	2,27					
	Rep.	2	0,01					
	Rep. x pop.	8	0,65					
Lli	Pop.	4	7,03**	M	Z	S	K	O
	Rep.	2	4,53*	0,89 _a	0,88 _a	0,82 _b	0,77 _{bc}	0,76 _c
	Rep. x pop.	8	2,93					
Ili	Pop.	4	9,36**	Z	M	K	S	O
	Rep.	2	0,58	0,68 _a	0,67 _{ab}	0,65 _{bc}	0,63 _c	0,63 _c
	Rep. x pop.	8	2,69					
Let	Pop.	4	66,22**	M	Z	S	K	O
	Rep.	2	2,70	11,48 _a	1,21 _b	1,11 _c	1,04 _a	0,92 _e
	Rep. x pop.	8	1,69					

** hautement significatif.

Pop: effet population

Rep: effet répétition

K, ... Z,: populations.

Les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents.

L'effet répétition, excepté pour le caractère Lli (longueur de la lèvre inférieure de la fleur), est non significatif. La variabilité intrapopulation des caractères mesurés semble être donc réduite.

La comparaison des moyennes par le test de Duncan (Tableau 3) a permis la constitution d'un nombre variable de groupes de populations. Le regroupement varie selon le caractère considéré. Les caractères qui permettent de discriminer au mieux les populations sont la Longueur des étamines (Let) et le Nombre d'inflorescences (Ninf) portées par les rameaux.

La population de Matmata (M) de l'aride supérieur se caractérise, pour quatre caractères (Let, Lli et NFA), par des valeurs moyennes élevées. Elle s'isole significativement des autres populations (par de fortes ou faibles moyennes) pour les caractères Ninf, LFA, NFA et Let. Les deux populations côtières Sousse (S) et Korbous (K) appartenant respectivement aux étages bioclimatiques semi-aride inférieur et semi-aride supérieur forme chacune un groupe à part respectivement pour trois (Ninf, NFA et Let) et deux (LR et Let) caractères. Les peuplements du Djebel Zit (Z) et de l'Oueslatia (O), occupent des positions variables selon le paramètre considéré.

2 - Analyse en composantes principales.

Les trois premiers axes de l'A.C.P. absorbent 60,8 % de la variation totale témoignant d'une bonne structuration de la variabilité au sein de l'espèce dans l'aire prospectée (Tableau 4).

Tableau 4
Analyse en composantes principales
Définition des axes et pourcentage d'absorption de la variabilité.

Axes	Définition des axes		Valeur propre	Proportion (%)	Cumulé (%)
	Var.	Coef.			
Axe 1	Ninf	0,495	3,153	31,53	31,53
	NN	0,430			
	LR	0,403			
	Let	-0,413			
Axe 2	Lli	0,522	1,744	17,44	48,98
	LFA	0,508			
	IFA	0,367			
Axe 3	Nfi/Inf	0,438	1,183	11,83	60,81
	Ili	0,354			

Var : variable, Coef: Coefficient de corrélation aux axes.

La première composante, de valeur propre 3,15; absorbe 31,5% de la variation. Elle est définie du côté positif par les paramètres longueur (LR) et nombres de nœuds (NN) et d'inflorescences (N. inf) des rameaux. Le caractère longueur des étamines (Let) est corrélé négativement à cet axe. La deuxième composante, de valeur propre 1,74; ne présente que 17,4 % de l'inertie totale. Les dimensions de la feuille à l'aiselle de la première inflorescence (LFA et IFA) et la longueur de la lèvre inférieure de la fleur (Lli) contribuent le plus à sa définition. Le troisième axe (11,83 % de la variation) est défini positivement par le nombre de fleurs par inflorescence (NFI/inf) et la largeur de la lèvre inférieure de la fleur (lli).

La projection des populations sur le plan défini par les axes 1-2 de l'A.C.P. (Figure 1) révèle une bonne différenciation des populations analysées. La variation observée se situe d'une façon globale au niveau de la vigueur des individus. La gamme de la variabilité est relativement continue au sein de l'aire prospectée. On passe d'un nuage de points d'individus d'une population à un autre sans discontinuité brutale (non représenté).

Les populations de Korbous (K) et Oueslatia (O) situées du côté positif de l'axe 1 se caractérisent par des rameaux vigoureux portant un nombre important d'inflorescences, les fleurs sont à étamines courtes. La population de Matmata (M) s'oppose à ces populations par des plantes à rameaux peu développés, à fleurs à étamines allongées.

Les populations de Sousse (S) et du Djebel Zit (Z), bien que situées du côté négatif de l'axe 1 (Figure 1), semblent occuper une position intermédiaire entre les deux groupes constitués respectivement par (O - K) et M.

Les individus des populations du Djebel Zit (Z) (de l'aride supérieur) et de Korbous (K) (du semi-aride inférieur) diffèrent de ceux appartenant aux autres populations (du semi-aride supérieur) par des bractées inflorescentielles plus grandes et par des fleurs à lèvres inférieures plus développées.

En l'absence d'analyse de variabilité morphologique des populations en conditions environnementales ho-

Tableau 5
Nombres et pourcentages d'individus bien classés dans leurs groupes respectifs

	K	M	O	S	Z	Total
K	23* 76,7**	0 0,00	4 13,30	2 6,70	1 3,33	30 100
M	1 3,33	28 93,33	0 0,00	1 3,33	0 0,00	30 100
O	4 13,33	0 0,00	21 70,00	5 16,67	0 0,00	30 100
S	3 10,00	0 0,00	0 0,00	25 83,33	2 6,67	30 100
Z	0 0,00	0 0,00	0 0,00	1 3,33	29 96,67	30 100
Total	31	28	25	34	32	150
Pourcentage	20,67	18,67	16,67	22,67	21,33	100

*Nombre d'individus

** Pourcentages

mogènes, l'hétérogénéité interpopulations ne peut être interprétée que comme une variation liée aussi bien à l'effet du milieu qu'à l'effet du génotype.

3 - Analyse discriminante

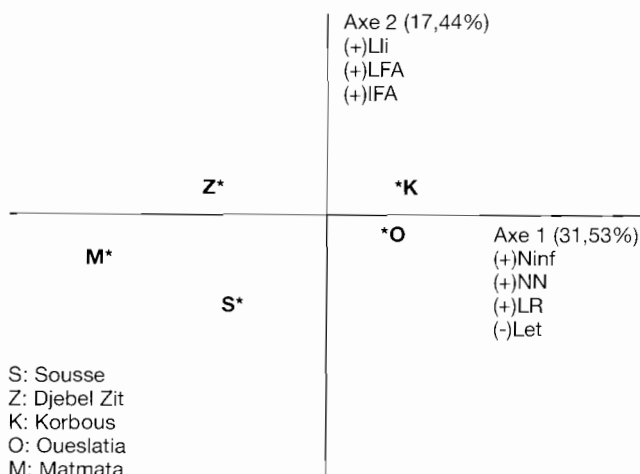
Le pourcentage de classification des individus dans leurs populations respectives, établi par l'analyse discriminante, est respectable. Il varie de 70 à 96,67 % (Tableau 5). Ce résultat corrobore celui obtenu par l'analyse de variance qui a permis de révéler une variation intrapopulation relativement réduite. La ressemblance entre les individus n'est pas obligatoirement liée à la proximité géographique des populations où à leur appartenance à un étage bioclimatique donné (cas des populations O et K).

L'hétérogénéité au sein des populations de Korbous (76,7 % de bonne classification) et de Oueslatia (70 % de bonne classification) semble être plus importante que celle des populations de Matmata (M), Djebel Zit (Z) et de Sousse (S). Ces dernières présentent un pourcentage de bonne classification de leurs individus dépassant 83 %.

Conclusions

Les caractères morphologiques analysés, accusent généralement une variabilité intrapopulation peu accentuée. Cette grande homogénéité morphologique masque les grandes variations individuelles dans la teneur des constituants des huiles essentielles à l'intérieur des populations, observées par de nombreux auteurs (7, 9, 10, 14). La sélection de chémotypes à l'intérieur des populations, à défaut de marqueurs morphologiques évidents, doit donc s'appuyer sur des paramètres phénotypiques plus fiables, particulièrement à déterminisme génétique simple. Toutefois, les résultats observés peuvent souligner une base génétique intrapopulation restreinte. La présence d'un mode de propagation végétative chez l'espèce peut contribuer à cette faible hétérogénéité intrapopulation.

La variation interpopulations des caractères est importante. Le nombre d'inflorescences (Ninf) et la lon-



*: Point moyen de la population

Figure 1 : Analyse en composantes principales (Plan 1-2)

gueur des étamines (Let) permettent de mieux discriminer les populations. Pour un nombre non négligeable de caractères, la population de Matmata (M) se singularise par des valeurs moyennes faibles ou fortes. Cette hétérogénéité interpopulations ouvre de nombreuses possibilités de choix d'écotypes. Des analyses chimiques et génétiques permettraient d'affiner notre étude et d'apporter des informations complémentaires quant aux potentialités agro-économiques des populations.

Les analyses en composantes principales et discriminante, techniques statistiques complémentaires, ont révélé une bonne structuration de la variabilité au sein de l'espèce, en dépit du nombre relativement réduit des populations analysées.

Deux groupes de populations ont été distingués :

- un groupe constitué par les populations K et O respectivement du semi-aride supérieur et de l'aride supérieur situées respectivement, à 378 et 300 m d'altitude. Ce groupe est caractérisé par une bonne vigueur des individus.
- le second groupe est représenté par les peuplements de Djebel Zit (Z), de Sousse (S) et de Matmata (M). Cet agrégat peut être subdivisé en deux sous-ensembles :
 - la population de Matmata, localisée dans l'aride supérieur à une altitude de 500 m. Elle est caractérisée par les individus à rameaux courts et peu fournis en feuilles et en inflorescences. Les fleurs sont à étamines courtes. Cette dernière particula-

rité interviendrait dans les potentialités reproductrices des plantes (pollinisation et production des graines)

- le second sous-groupe réunit les populations du Djebel Zit (Z) et de Sousse (S). Cet ensemble peut constituer un groupe charnière entre les deux groupes représentés par (K - O) et (M).

Une séparation des populations selon les étages bioclimatiques peut être rapportée. Cette disjonction s'opère selon l'axe 2. Les populations K et Z, du semi-aride supérieur, sont situées du côté positif de cet axe et se caractérisent par des feuilles bien développées. Les peuplements de l'Oueslatia et de Matmata, appartenant à l'étage aride supérieur, et de Sousse localisée de l'étage semi-aride inférieur s'opposent aux premières populations par la taille plus petite de leurs feuilles.

La gamme de la variabilité de l'espèce est relativement continue dans l'aire prospectée. Le régime préférentiellement allogame faciliterait les flux géniques et seraient à l'origine de l'organisation de cette variabilité. L'analyse de la variabilité phénotypique devrait être complétée par une évaluation d'un plus grand nombre de populations naturelles aussi bien dans leurs sites naturels qu'en conditions expérimentales homogènes pour évaluer la part du génotype dans la variabilité observée. Des évaluations du polymorphisme isoenzymatique et moléculaire associées à l'analyse précise de la biologie florale permettent de mieux tirer des informations sur l'organisation de cette variabilité. De ces analyses dépendront les stratégies de conservation d'amélioration de l'espèce.

Références bibliographiques

1. Aeschbach R., Philopossian C. & Richli U., 1986. Flavonoïdes glycosyles du romarin : Leur séparation, isolation et identification. J.int. d'études du groupe polyphénols, 9-11 juillet 1986. Montpellier (France).
2. Bellakhdar J., 1978. Médecine traditionnelle et toxicologie Ouest Saharienne., Ed. Techniques Nord-Africaines. Rabat, Maroc, p 255-256.
3. Ben M'hamed M., 1992. Parcours et forêts de l'Afrique du Nord. Programme ceinture verte. Editions ALECSO Tunis, 280 p.
4. Brieskorn CH. & Michel N. 1968. Flavones des feuilles de *Rosmarinus officinalis*. Tetra Hedrom letters. **30**, 15-25.
5. Durafourd C. & Lapraz J.C., 1999. Huiles essentielles et pathologie migraineuse C.R. Coll. 2^{ème} jour. tun. sur les huiles essentielles. Monastir (Tunisie) 1999. 7-8p.
6. Fleurentin J., Hoefler C., Mortier F. & Pelt J.M., 1988. Pharmacologie des extraits des jeunes pousses et des plantes entières de *Rosmarinus officinalis* L. Phytotherapy, **25**, 20-27.
7. Fornier J., Habib J., Reguigui A., Safta F., Guetari S. & Chemli R., 1989. Etude d'échantillons d'huile essentielle de romarin en Tunisie. Plantes médicinales et phytothérapie. Tome XXIII, **3**, 180-185.
8. Granger R., Passet J. & Arbousset G. 1973. L'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*. Influence des facteurs écologiques et industriels. Parf., Cosm., Sav., **3**, (6), 307-312.
9. Linatani R. Nkatani N., Fuwa H. & Seto H., 1982. Structure of new anti-oxidative phenolic diterpene from *Rosmarinus officinalis* L. Agricultural and biological chemistry, **46**, (6), 1661-1666.
10. Lallement G. & Bezanger B.L., 1970. Recherche sur les flavonoïdes de quelques labiées. Plantes médicinales-phythérapie, **4**, 92-107
11. Maaref S. et al., 1999. Diversité génétique du romarin et perspectives de son amélioration par culture *in vitro* de tissus. C.R 2^{ème} journée. Huiles essentielles. Monastir (Tunisie) 1999, pp 10-11.
12. Pottier-Alapetite G., 1981 Flore de la Tunisie, Angiospermes, Dicotylédones Gamopétales. Eds. I.O.R. Tunisie. 538 p.
13. SAS., 1990. SAS user's guide : SAS STAT. SAS Basic version 6 et version 6.2. SAS, NC : SAS institute, Inc. Cary.
14. Svoboda K.P. & Deans S.G., 1992. A study of variability of Rosmary and Sage and their volatil oils on the British market: the antioxidative properties. Flavour and fragrance Journal, **7**, 81-87.

Etude préliminaire orientée vers la production des chenilles consommables par l'élevage des papillons (*Anaphe infracta* : *Thaumetopoeidae*) à Lwiro, Sud-Kivu. République Démocratique du Congo.

T. Munyuli Bin Mushambanyi*

Keywords: Butterflies rearing – Consumable caterpillars production – *Bridelia micrantha* – *Anaphe infracta* – Minilivestock – Butterflies diversity conservation – South-Kivu

Résumé

Anaphe infracta est l'une de 3 espèces sauvages de papillons produisant chaque année des chenilles consommées par les habitants de la région de Lwiro. Lors d'un essai de son élevage au laboratoire, les durées observées des phases de développement ont été de 56; 77 et 7 jours respectivement pour les stades larvaire, nymphal et adulte. L'indice de consommation alimentaire d'une chenille est supérieur à 100. Le gain de poids moyen final d'une chenille nourrie pendant 49 jours est de 2,7 g pour une consommation alimentaire totale de 400 g de feuilles fraîches de *Bridelia micrantha*. L'insecte se reproduit en captivité et a donné un rendement de 9,32 kg de chenilles pour plus de 10 couples élevés. *Anaphe infracta* serait apte à un élevage durable et contrôlé.

Summary

Preliminary Farming Study of Butterflies (*Anaphe infracta* : *Thaumetopoeidae*) for the Production of Consumable Caterpillars at Lwiro, South Kivu, Democratic Republic of Congo

Anaphe infracta is one of the 3 wild butterfly species which produce every year in Lwiro region caterpillars consumed by local inhabitants. In captivity, it was observed that 56; 77 and 7 days respectively were required to reach the stage of larva, pupa and adult. The consumption index is over than 100. The mean weight gain in 49 days of caterpillars's feeding is 2.7 g for a 400 g total food consumed. *Bridelia micrantha*'s leaves were given to caterpillars every day as food. Under rearing conditions, this insect can reproduce itself. By farming more than 12 pairs of adult butterflies in a cage in nature, we can harvest 9.32 kg of caterpillars.

Introduction

Les insectes constituent une très grande part de la biomasse mondiale à tel point que le nombre d'espèces, de sous-espèces ou de variétés n'est pas connu. Cependant, plus de 2000 d'entre elles sont comestibles: coléoptères, fourmis, chenilles de papillons, ... (3). D'autres espèces sont nuisibles et/ou utiles en agriculture, en santé humaine, animale ou environnementale. L'entomophagie est pratiquée partout dans le monde et surtout en Afrique tropicale, en Asie et en Amérique latine, ...

En République Démocratique du Congo, la consommation d'insectes est importante et fait partie de la tradition populaire. Le savoir sur la manière de les trouver, de les attraper, de les préparer et de les conserver se transmet généralement de génération en génération. Au Kasaï oriental par exemple, on a trouvé que la consommation d'insectes s'élève dans un groupe de 2000 personnes à 50 g d'insectes frais/jour/personne (3).

Dans beaucoup de villes congolaises, les insectes coûtent beaucoup plus cher que d'autres sources de protéines (poisson, viande de bœuf, ...).

D'une gamme d'insectes consommés et comprenant des acridiens, des coléoptères et des lépidoptères au Sud-Kivu, les chenilles sont essentiellement ramassées dans la nature par la population locale. Aucun élevage de ces papillons n'existe. L'exploitation rationnelle des larves de lépidoptères pour la consommation humaine pourrait constituer un projet de développement durable et écologique dans la province du Kivu (R.D.Congo) en permettant simultanément de continuer à réduire la carence protéinique grâce à des protéines animales moins chères, de diversifier les productions animales, de contrôler le mouvement des populations dans les parcs et réserves apparentées à la recherche de chenilles et d'autres produits forestiers, et de favoriser la conservation de la biodiversité dans l'Est de la R.D. Congo. Le principal handicap à la production contrôlée de lépidoptères pour la consommation humaine réside dans l'insuffisance des connaissances sur la biologie et l'écologie des papillons dans la région.

Cet article présente les résultats préliminaires de l'élevage du papillon *Anaphe infracta* à Lwiro. Ce travail s'inscrit dans le cadre du mini-élevage et d'une gestion durable, de protection de la flore et de la faune locales (7).

*Laboratoire de Zoologie Agricole, Département de Biologie, Centre National de Recherche en Sciences Naturelles, CRSN/Lwiro, Bukavu, Kivu, République Démocratique du Congo. C/o Petit séminaire de Mugeru, B.P. 02 Cyangugu, Rwanda. Fax: 00871 762 056 981. Email: infobukavu@bushnet.net
Reçu le 09.11.99 et accepté pour publication le 30.08.00.

Situation géographique de la région de Lwiro

Lwiro (1750 m d'altitude, 28°48'43" E, 2°14'15" S) est situé dans les rives Ouest du Lac-Kivu à 40 km au Nord-Est de la ville de Bukavu, en territoire de Kabare, Province du Sud-Kivu. Le climat de Lwiro, de type Aw3, est un climat tropical humide tempéré par l'altitude. Il connaît 2 saisons, une pluvieuse de 9 mois (septembre à mai) et une sèche de 3 mois (juin à août). La moyenne annuelle des pluies à Lwiro est de 1550 mm, celle de la température est de 19,5°C et celle de l'humidité relative est de 76%. Le territoire de Kabare connaît un relief montagneux vallonné par endroit, s'élevant de 1450 m pour atteindre à certains endroits plus de 3100 m d'altitude. Le sol de la région est un ferrisol. Quant aux cultures, elles présentent une grande diversité allant des espèces tropicales pures comme le manioc à celles typiques de régions tempérées comme la pomme de terre. On rencontre souvent dans certains sites spécifiques du territoire de Kabare des galeries ou réserves forestières riches en espèces végétales utilisables par plusieurs espèces de lépidoptères pour la survie de leur progéniture.

Situation de la cueillette des chenilles à Lwiro et ses environs

Parmi 56 espèces de papillons recensées à Lwiro et ses environs par le laboratoire de zoologie agricole, 3 seulement produisent chaque année en grande quantité des chenilles de différentes formes qui sont consommées par la population. Ces 3 espèces affectionnent très souvent les milieux colonisés par certaines espèces végétales au Parc National de Kahuzi Biega, et dans différentes galeries forestières voisines. Le ramassage des chenilles se pratique une seule fois par an lorsqu'elles sont disponibles.

Les cueilleurs sont des hommes, des femmes et des enfants appartenant aux ethnies Barega, Babembe, Baluba, Bakongo et Bashi, ...

En période de reproduction, chacune de ces 3 espèces de papillons est inféodée à une, ou plusieurs espèces végétales, notamment pour la ponte. Les papillons pondent leurs œufs dans le feuillage de ces espèces végétales.

La 1^{ère} espèce (*Gonometa sp.*, Lasiocampidae; "Mandoi" en langue de Barega) affectionne pour la survie de sa progéniture les espèces végétales suivantes de la famille des Mimosaceae: *Albizzia grandibractea* (Taub) et *Albizzia gummifera* (Gemel) en zones cultivées, et *Albizzia adiantifolia* (Schumacher) dans le Parc.

La 2^{ème} espèce (*Argemia sp.*, Saturniidae; "Manjaku" en Kibembe) s'intéresse à *Erythrina abyssinica* Lam (Fabaceae), *Acacia hockii* et *Cassia sp.* (Cesalpiniaceae) tant au Parc qu'à Lwiro.

Les espèces *Anaphe infracta* et *Anaphe panda* (Thaumetopoeidae; "Madakumba" en langue des Bashi) ont comme plante-hôte *Bridelia micrantha* Hochst à Lwiro et ses environs et *Bridelia bridelifolia* Pax Fedde au Parc. L'espèce *A. infracta*, la plus dominante à Lwiro, est bien connue (1).

À Lwiro et ses environs, les cueillettes des chenilles par la population en 1999 se sont déroulées de février

à mars, le matin et le soir. Lors de la récolte, les plantes hôtes étaient pleines de chenilles et pratiquement dépourvues de leur feuillage.

Les chenilles, ramassées vivantes dans la nature, sont d'abord légèrement bouillies et/ou torréfiées, puis séchées au soleil pendant 2-3 jours. C'est sous cette dernière forme qu'elles sont vendues ou préparées comme nourriture en association avec divers légumes. Certains cueilleurs vont vendre leurs chenilles à Bukavu, ville située à environ 40 km au Sud de Lwiro et où le prix des chenilles est placé au 1^{er} rang dans la série des produits animaux vendus et consommés (viande, lait, poisson, ...).

Au marché de Bukavu, 100 chenilles pesant au total 0,25 kg coûtaient 3 \$US en mars 1999, soit la valeur du kilogramme de viande de bœuf. Ce prix est un indice important et incitatif montrant la rentabilité qu'on obtiendrait si on se mettait à élever ces lépidoptères.

Matériel et Méthodes

Déroulement de l'expérience et observations faites.

L'essai s'est déroulé au Laboratoire de Zoologie agricole (Département de Biologie) du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro du 10 décembre 1998 au 18 octobre 1999.

Dans la région de Lwiro, de nombreuses espèces de papillons volent au début de la saison des pluies (septembre-octobre). Selon nos propres observations, les accouplements ont lieu d'octobre à décembre chaque année.

Pour l'espèce *Anaphe infracta*, nous avons observé pour la 1^{ère} fois, grâce à un binoculaire, des pontes de papillons sur des feuilles de *Bridelia micrantha* dans la galerie forestière de Lwiro à partir du 10 décembre 1998. Cinq semaines plus tard seulement, nous constatons la présence de jeunes larves regroupées en amas noir dans le feuillage de la plante-hôte.

À partir de cet amas, nous avons prélevé, en date du 11/2/99, 400 jeunes chenilles de l'espèce *Anaphe infracta*. Ces jeunes larves étaient âgées de 7 jours et ont été mises dans une cage (500 x 500 x 500 mm) grillagée.

Les mailles des grilles couvrant la cage avaient de dimensions inférieures à 5 x 2 mm, ce qui empêchaient les chenilles de sortir. La désinfection et le déparasitage de la cage n'ont pas été jugés nécessaires avant le placement des premières chenilles. Des morceaux (branches) de 400 mm de longueur chacun ont été placés dans la cage (5 horizontalement et 5 verticalement) de façon à obtenir une sorte de "râtelier". Les chenilles se promenaient librement en lignes et en toutes directions sur ces morceaux de bois. Les chenilles étaient nourries chaque jour avec les jeunes feuilles de *B. micrantha* coupées sur la plante-hôte dans la galerie forestière de Lwiro. La distribution de la nourriture, *ad libitum*, se faisait chaque matin à 8 heures. Elle était pesée, puis légèrement mouillée à l'eau du robinet avant d'être placée dans le râtelier.

L'entretien quotidien de la cage consistait en l'enlèvement des excréments (fèces) et des restes alimentaires. La température et l'humidité relative à l'intérieur du laboratoire étaient respectivement de 21±1,5°C et de 75 ± 9% durant la période d'observation des chenilles.

La cage était placée à 1,5 m du sol près d'une fenêtre vitrée.

Le poids moyen individuel des chenilles âgées de 7 jours oscillait entre 0,1 et 0,25 g au début de l'expérience. Durant les 2 premières semaines (du 8/2 au 21/2 1999) 200 chenilles sont mortes. Au-delà de cet âge, aucune mortalité n'a plus été enregistrée. Il n'a pas été possible d'identifier les causes de la mortalité. Les 200 chenilles restantes ont été nourries comme auparavant dans la même cage au laboratoire où elles ont achevé leur stade larvaire de 56 jours. Au-delà de cet âge, elles ont cessé de s'alimenter et commençaient à se regrouper. A partir du 3 avril, les chenilles tissaient leur cocon dans un coin de la cage. La formation du cocon a duré 2 semaines et les insectes s'étaient totalement enfermés à l'intérieur à partir du 17 avril. Durant la période de nutrition et d'accroissement des chenilles au laboratoire, nous avons évalué l'évolution de la longueur du corps des insectes ainsi que l'indice de consommation alimentaire en pesant les quantités journalières de nourriture distribuées et celles refusées.

Les chenilles étaient pesées individuellement 1 fois par semaine; la pesée se faisait à jeun, le matin. On a utilisé une balance électronique de précision de 100 mg près pour les chenilles ainsi que la nourriture distribuée et refusée.

Durant la période d'observation nous avons aussi évalué la durée de chaque stade de développement du papillon. Sur 200 chenilles ayant nymphosé dans le cocon, 150 imagos sont sortis dans l'intervalle du 17 au 18/6/1999. A la sortie du cocon, nous avons évalué les dimensions du cocon formé et le poids du cocon. De ces 150 imagos, 40 ont été lâchés dans la galerie forestière de Lwiro et 10 ont été envoyés comme échantillon au laboratoire de biosystématique de l'ICIPE (International Centre for Insect Physiology and Ecology) à Nairobi (Kenya) pour confirmation des identifications préalablement faites sur place (1,4,5,6,8,9). Par ailleurs, les 100 autres papillons ont été récupérés au filet troubleau dans la cage du laboratoire, puis lâchés vivants dans une autre grande cage préalablement placée dans un coin de la galerie forestière de Lwiro. Cette dernière cage (57 x 18 x 37 m) était couverte d'un filet blanc aux mailles rectangulaires de 8 x 4 mm.

Les papillons pouvaient circuler librement dans la cage sans pour autant la quitter. Ce filet ne permet qu'à l'eau des pluies et à la lumière de pénétrer l'intérieur de la cage.

Les papillons lâchés n'ont pas été préalablement sexés. La cage a été montée et placée dans un terrain préalablement colonisé par diverses espèces végétales à fleurs.

Bridelia micrantha y était valablement représenté.

Le sol du coin où était placée la cage avait aussi été précédemment aménagé comme jardin à plantes ornementales. Plusieurs de ces espèces à l'intérieur de la cage étaient en floraison. Le couvert végétal et la hauteur des plantes à l'intérieur de la cage étaient inférieurs à 10,5 m de haut. Les papillons étaient plus actifs le soir que la journée. Du fait que le régime alimentaire des papillons adultes était mal connu, le com-

Tableau 1
Consommation alimentaire cumulée, gain de poids, et indice de consommation moyens des chenilles durant la période d'accroissement (16/2 au 28/3/1999).

Date de pesée	n	P	A	IC	LCC
11/2/99	400	0,2±0,05	-	-	15±0,8
16/2/99	400	0,3±0,1	60	200	20±3,6
22/2/99	200	0,5±0,15	150	300	30±8,1
3/3/99	200	0,8±0,22	201	251,25	35±7,8
12/3/99	200	1,5±0,6	300	200	40±7,1
20/3/99	200	2,2±0,3	350	159	45±5,8
28/3/99	200	2,9±0,52	400	138	50±6,6
G (g)		2,7	400		

Légende:

- P: Poids vif moyen (en grammes) d'une chenille ± son écart-type.
 A: Consommation alimentaire cumulée (en grammes) de feuilles fraîches de *Bridelia micrantha* par chenille.
 LCC: Longueur du corps d'une chenille (en mm) ± son écart-type.
 IC: Indice de consommation alimentaire d'une chenille (IC = A/P).
 G: Gain de poids d'une chenille durant la période d'accroissement en grammes.
 n: Effectif total des chenilles observées.

plément alimentaire distribué consistait à placer différentes sortes d'appâts dans des coins de la cage, à une hauteur de 1 m du sol. Il s'agissait d'eau sucrée, de purin, de jus fermenté de banane, de babeurre, de sang de bœuf abattu, de morceau granulé de viande, de fèces de chien et de vache ainsi que différentes sortes de fleurs.

Ces appâts étaient placés individuellement dans des gobelets (50 x 50 x 50 mm) en plastique. On remplaçait les anciens appâts par les nouveaux tous les 3 jours.

Résultats et discussion

Résultats obtenus au laboratoire.

Le tableau 1 présente la consommation alimentaire cumulée, l'évolution de l'accroissement en longueur et l'évolution du poids vif et de l'indice de consommation alimentaire (IC) moyens des chenilles durant la période d'alimentation-accroissement au laboratoire. Dans ce tableau, l'IC a été défini comme étant le rapport entre la consommation totale sur le gain total de poids des chenilles à la date de pesée.

De ce tableau, on constate que le gain de poids moyen d'une chenille après 49 jours de nutrition est de 2,7 grammes, soit 1350% du poids initial. La consommation alimentaire moyenne totale par chenille est de 400 grammes de feuilles fraîches de *Bridelia micrantha*.

L'indice de consommation était toujours supérieur à 100. Par rapport aux 3 premières semaines, cet indice tend à baisser vers les 2 dernières semaines car les chenilles gagnaient beaucoup plus de poids qu'elles ne mangeaient. En effet, à partir du 23/3/1999, les chenilles commençaient à manger moins car elles s'apprêtaient à tisser leur cocon. Les chenilles accroissent non seulement en poids vif mais aussi en longueur. La longueur moyenne d'une chenille à l'âge de 56 jours était de 50 mm soit 333,3% de sa longueur initiale.

Dans la nature, ce sont les chenilles de cette longueur qui sont cueillies pour la consommation.

Le tableau 2 présente la durée de chaque stade de dé-

Tableau 2
Durée des différents stades de développement en conditions de laboratoire.

Période d'observation	Durée (jours)	Stade de développement du papillon
25-27/12/1999	non déterminé	Oeuf
3/2-28/3/1999	56	Larve (chenille) (accroissement des chenilles)
29/3-16/6/1999	77	nymphe (chrysalide)
17-24/6/1999	7	imago (adulte)

veloppement du papillon (*Anaphe infracta*).

De ce tableau, on constate que les durées de stade larvaire, nymphal et imaginal du papillon à Lwiro sont respectivement de 56 jours, 77 jours et 7 jours.

Au Kenya, pour la même espèce, on a obtenu en conditions de laboratoire des durées de stades larvaire, nymphal et imaginal respectivement de 53 jours, 94 jours et 9 jours en moyenne (2). Les différences observées entre les résultats seraient dues aux différences écologiques entre les 2 milieux. Sur les cocons (de forme ovoïde-rectangulaire) formés dans la cage par 200 chenilles, on avait obtenu les dimensions suivantes: 180 g, 183 mm et 124 mm respectivement pour le poids, la longueur et le diamètre du cocon. Au Kenya, cette espèce donne un cocon de forme compacte pesant 130 g (2).

Résultats obtenus en cage placée dans la galerie forestière.

Les papillons lâchés dans la cage placée dans la galerie forestière de Lwiro ont été observés pendant 101 jours (24/6 au 5/13/1999). Sur les 100 papillons lâchés, 30 d'entre eux ont été identifiés déjà morts dans la cage entre le 7/7 et le 8/8 1999. Nous n'avons pas assisté ni aux accouplements ni aux pontes des papillons. Nous avons tout simplement constaté la présence de chenilles dans la cage à partir du 20/9/99 dans le feuillage de *Bridelia micrantha*. Pour les papillons lâchés dans la galerie forestière de Lwiro hors de la cage, aucune larve jusqu'au 10/10/1999 n'avait été observée malgré la présence des papillons adultes, alors qu'en cage les jeunes larves observées augmentaient progressivement de poids vif; elles étaient cueillies et mangées en date du 18/10/99. Le rendement à la cueillette dans la grande cage était de 9,32

kg de chenilles fraîches ramassées sur 6 jeunes arbustes de *Bridelia micrantha*.

Conclusion et suggestion

Ce travail avait pour objectif de connaître le comportement du papillon *Anaphe infracta*, (souvent confondu avec *Anaphe panda*) en conditions de captivité pour un futur élevage dans la région de Lwiro. Ce papillon jusqu'à présent sauvage produit annuellement une quantité intéressante de chenilles consommable par les habitants de Lwiro et ses environs. A partir des jeunes larves prélevées dans la nature puis nourries au laboratoire avec des feuilles de *Bridelia micrantha*, nous avons aussi observé la durée des différents stades de développement du papillon en conditions de captivité.

A la lumière des résultats qui précèdent, nous pouvons conclure :

- que le papillon *Anaphe infracta* est susceptible d'être exploitable en élevage contrôlé pour la production des chenilles de consommation, puisque ce papillon se reproduit en conditions de captivité.
- que ce papillon présente un intérêt majeur pour tout éleveur intéressé.

En milieu naturel, à Lwiro, le papillon donne de façon aléatoire une seule génération annuelle. La cueillette des chenilles se fait par conséquent une seule fois par an. En captivité, le papillon a tendance à raccourcir l'intervalle entre 2 pontes, ce qui signifierait qu'il pourrait donner 2 pontes par an. En effet, le papillon s'était reproduit vers mi-décembre 1998, et nous avons obtenu des nouvelles chenilles consommables en octobre 1999. Pour l'avenir, nous suggérons aux spécialistes du mini-élevage de bien vouloir mener des études approfondies sur le régime alimentaire, la pathologie, la parasitologie, la bio-écologie et la reproduction des papillons adultes tant en conditions de captivité qu'en milieu naturel pour une future exploitation agro-zootechnique durable et rationnelle.

Remerciements

Nos remerciements sont adressés au Professeur Dr. Ir. Jacques Hardouin, qui malgré ses multiples occupations ne cesse de nous donner conseils dans nos activités scientifiques, notamment en nous faisant accéder aux récentes informations dans le domaine du mini-élevage via la distribution du bulletin "BEDIM".

Références bibliographiques

1. Adalbert Seitz, 1929. Die Gross-schmetterling. Eines systematische Bearbeitung der bis jetzt bekannten Grossschmetterlinge ed. by Alfred Kerven Verlag Stuttgart. T1, T2 et T3; pars II, Fauna Africana 2 (599 pp), printed in Germany.
2. Anonyme, 1977. International Centre for Insect physiology and ecology. Annual scientific report. ICIPE 1995-1997. Nairobi, Kenya, 332 pp.
3. Anonyme, 1988. Les petites bêtes ... pas si bêtes que ça. Spore N°77, page 6, octobre 1988, éditeur CTA. Wageningen. Pays-Bas.
4. D'abrara B., 1980. Butterflies of the afro-tropical region. Lansdowne press, Melbourn.
5. Lasen T.B., 1991. The butterflies of Kenya. Oxford University press.
6. Ndikumana Z.T., 1996. Techniques d'élevage des papillons utiles pour la sériculture en Afrique centrale et orientale, Bujumbura, Minagri, 220 pp.
7. Hardouin J., 1996. Bulletin semestriel d'information sur le mini-élevage (B.E.D.I.M.), volume 5, N°2, 1996, 28 pp.
8. Sparrow H.R., Sisk T.D., Ehrlich P.R. & Murphy D.D., 1994. Technique and guidelines for monitoring neotropical butterflies. Conservation biology 8 (3), 800-809.
9. Williams J.G., 1969. A field guide to the butterflies of Africa. Collins, London, 666 pp.

NOTES TECHNIQUES

TECHNICAL NOTES

TECHNISCHE NOTAS

NOTAS TÉCNICAS

Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles au Togo - Observations préliminaires.

S.E. Ekoue* & Y.A. Hadzi*

Keywords: Maggots production – Proteins – Young poultry – Togo

Résumé

Un essai de la production d'asticots a été mené au Togo pendant le mois de décembre 1998.

Le substrat utilisé est le contenu du rumen laissé à l'air libre une dizaine d'heures avant d'être recouvert de moustiquaires. A partir du 2^e jour on note une apparition de minuscules larves de mouches (asticots). Dès le 3^e jour les asticots peuvent être manipulés; Des pupes apparaissent déjà les 4^e et 5^e jour, alors que des mouches adultes commencent par sortir dès le 9^e jour.

On a obtenu 1200 asticots pour 6,5 kg de substrat en 3 jours. Un échantillon de 220 asticots pesés a donné 0,05 g comme poids moyen d'un asticot. D'autres essais seront entrepris pour mesurer le véritable impact des asticots sur la production de volailles.

Summary

Maggots Production as Proteins Source for Young Poultry in Togo – Preliminary Observations

Experiments on maggots production was conducted in Togo during December 1998. The substrate used was the rumen content in the open air ten hours before covered with mosquito-net. In the day-2 we observed small maggots but in the day-3 we had big maggots which can be manipulated.

The pupae appear in the day 4 and 5 when flies begin growing up in the day-9.

A total of 1200 maggots was obtained with a substrate weighing 6.5 kg.

A sample of 220 maggots permit us to have 0.05 g as mean weight of one maggot. Those tests will show us the veritable effect of maggots use as feed in poultry production.

Introduction

Depuis quelques années déjà, certains chercheurs effectuent des recherches pour trouver de meilleures sources de protéines à bon marché pour l'aviculture en général et l'aviculture traditionnelle villageoise en particulier. La source la plus connue en milieu rural est représenté par les termites que le paysan éleveur utilise pour combler les besoins protéiniques. Récemment les asticots ont été identifiés comme pouvant jouer un rôle mais les modes de production et surtout d'utilisation restent encore à maîtriser (1, 2).

La présente étude a pour objectif la maîtrise de la production d'asticots ou larves de mouches comme source de protéines pour volailles.

Matériel et méthodes

Substrat utilisé pour la production: Contenu du rumen prélevé sur des bovins fraîchement abattus. De la bouse de vache est utilisée lorsque le contenu du rumen fait défaut.

Réceptif: Grandes boîtes circulaires de tomate équi-

pées chacune d'une anse fabriquée avec du fer recuit mesurant 16 cm de diamètre et 12 cm de hauteur (capacité environ 2,4 litres) et pesant 300 g.

Moustiquaire: Toile à maille fine pour couvrir les récipients après la ponte des œufs par des mouches.

Balance: de portée 100 g pour peser les asticots.

Peson à ressort: pour peser le substrat.

Lieu d'essais: Station Avétonou – Togo.

Les récipients sont remplis tous les matins vers 7 à 8 h et laissés jusqu'à 18 h avant d'être couverts de moustiquaires; 2 à 3 récipients sont préparés par jour. Au moment où l'expérience se réalise, les abattages étaient rares et la bouse de vache a été prélevée à l'abattoir de Kpalimé situé à 30 km de la Station. Huit récipients ont été installés. Le suivi des récipients commence chaque après-midi à partir de 17 h. Les récipients sont suspendus sous le débordement d'un toit à l'abri des grosses pluies et à l'ombre au sein de la Station de recherche d'Avétonou.

*Centre de Recherche Agronomique (CRAF), Station Avétonou - B.P. 27, Agou-Gare
Reçu le 01.02.00 et accepté pour publication le 15.05.00.

Pour s'assurer du dépôt des œufs de mouches, on a observé le substrat après exposition à l'air libre et avant la pose de moustiquaire.

En ce qui concerne les larves, on renverse chaque jour à partir de 17 h sur un plastique le contenu des récipients pour observer l'apparition des larves et les compter.

Le comptage débute 2 à 3 jours après l'installation lorsque les larves sont assez grosses pour être comptées en fouillant le substrat avec une petite baguette et en séparant les larves déjà comptées.

Les pupes sont comptées de la même manière. L'éclosion des mouches est évaluée en dénombrant les pupes vides; les pupes pleines sont laissées et suivies tous les jours. En fait, les deux dernières phases, pupes et adultes sont sans intérêt pour la production d'asticots.

Résultats et discussions

La pluviométrie moyenne annuelle est de 1008,85 mm avec 17 mm de pluie en décembre, mois de l'expérience. En général c'est un mois sec et frais (harmattan). Les températures moyennes varient entre 25 et 27°C.

A partir des tableaux 1 et 2, on peut dire que les asticots apparaissent déjà au deuxième jour. On a constaté aussi que les asticots ont tendance à aller au fond du substrat (géotropisme positif) alors que les pupes ont tendance à être à la surface.

En dehors des asticots déjà observés à partir du 2^e

Tableau 2
Poids des asticots

Lots	Total (g)		Echantillon		Poids moyen par asticot (g)
	Substrat	Nombre Asticots	Nombre	Poids	
A1	800	200	30	1,5	0,05
B1	900	100	-	-	-
C1	800	200	30	1,5	0,05
D1	800	100	30	1	0,03
E1	700	150	50	1,5	0,03
F1	800	100	-	-	-
G1	900	150	30	2	0,06
H1	800	200	50	2	0,04
Total	6500	1200	220	9,5	0,05

jour, les pupes apparaissent au 4^e, 5^e jour et les mouches commencent à sortir à partir du 9^e jour. Ces résultats sont proches de ceux publiés par Loa (2).

L'odeur du substrat a changé au fil des jours au fur et à mesure que les asticots se transforment. D'une odeur très fétide les premiers jours, on aboutit à une odeur non fétide à la sortie des mouches. Un petit test préliminaire d'alimentation sur les poulets locaux a montré que ces deniers on bien mangé les asticots, surtout lorsqu'ils sont en mouvement. Des essais continueront pour des résultats plus détaillés en matière d'alimentation des volailles en faisant appel à des asticots comme source complémentaire de protéines animales.

Tableau 1
Quantité d'asticots / Récipient

Lots	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1
Rubriques								
Date J1								
Oeufs	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Larves	0	0	0	0	0	0	0	0
Date J2								
Oeufs	0	0	0	0	0	0	0	0
Larves	m	m	m	m	m	m	m	m
Date J3								
Oeufs	0	0	0	0	0	0	0	0
Larves	200	100	200	100	150	100	150	200
Date J4								
Oeufs	0	0	0	0	0	0	0	0
Larves	qqes larves mobiles	qqes larves mobiles	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Pupes	0	0	1	0	1	10	1	2
Date J5								
Oeufs	0	0	0	0	0	0	0	0
Larves	peu mobile	peu mobile	immobile	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Pupes	3	10	5	11	56	21	9	2

(+) = présence

0 = absence

m = larves minuscules

Conclusion

Les asticots apparaissent donc comme une source de protéines qu'il est possible de produire à bon marché pour l'alimentation des volailles. Le problème de l'odeur devrait être facile à résoudre en installant les récipients à un endroit approprié et en choisissant un substrat adéquat et disponible en permanence tel que la bouse de vache. Ce substrat exposé en 24 h donne en 3 jours des asticots mais l'expérience doit être faite à l'aide de bocaux permettant de faire tomber les asticots dans l'enclos des volailles.

Remerciements

Nous témoignons notre profonde gratitude au Professeur Hardouin, qui nous a suggéré de rédiger un article après l'essai sur la production d'asticots. Nos sincères remerciements à tous les collègues de la Station pour leurs amendements au manuscrit de cet article.

Références bibliographiques

1. Hardouin J., 1992. Termites and Maggots use as feed: Preliminary information. Proceedings of the seminar on Invertebrates (minilivestock) farming – Philippines, Nov. 1992.
2. Loa C., 1998. Quelques données quantitatives en production d'asticots pour l'aviiculture villageoise au Nord Cameroun – B.E.D.I.M. 7, No. 2, 1998.

S.K. Ekoué, Togolais. Ingénieur Agronome-Zootechnicien – Responsable Elevages Spéciaux au Centre de Recherche Agronomique Zone Forestière (CRAF) Station Avétonou.
Y.A. Hadzi, Togolais. Docteur Vétérinaire, Directeur du CRAF – Station Avétonou – BP 27 Agou-Gare.

Production et utilisation contrôlées d'asticots

Ch. Loa*

Keywords: Maggots – Production – Use - Traditional farm - Mini-livestock - Maroua - Cameroon.

Résumé

Deux essais ont été menés à Maroua (Nord Cameroun) aux mois de février et de mai 1998, en vue de fournir des données concernant la production et l'utilisation contrôlées des asticots pour l'alimentation des volailles en exploitation villageoise, dans le cadre du mini-élevage.

Les deux essais ont été réalisés sous abri, chacun avec 7 lots constitués chacun de 2 kg de contenu du rumen frais comme substrat déposés dans des sachets en plastique noir servant de support.

Les résultats ont permis de montrer que les asticots constituent un aliment préférentiel des volailles, par rapport aux céréales. Les asticots du 3^{ème} au 5^{ème} jour sont plus intéressants par leur taille, leur consistance et leur poids. De plus, la température aurait une influence sur la vitesse de développement des larves, de même que, la nature du substrat et la taille de son support ont une influence sur la production quantitative et qualitative des asticots.

La préférence des mouches (*Musca domestica*) pour le substrat a également une influence sur la production quantitative des asticots.

La production et l'utilisation contrôlées d'asticots apparaissent intéressantes pour le développement de l'aviculture villageoise et du mini-élevage en zone tropicale. Il reste à déterminer la valeur alimentaire des larves, les infrastructures simples ainsi que les techniques d'emploi, en vue de leur incorporation dans les rations des différentes espèces, dans une perspective d'utilisation à grande échelle.

Summary

Controlled Production and Use of Maggots

Two tests have been undertaken in Maroua (North Cameroon), in the months of february and may 1998, in order to provide data concerning the production and use of maggots for poultry nutrition in traditional farm, this beyond the scope of mini-livestock.

Both test have been carried out under shelter, with 7 plots each containing 2 kg of fresh rumen contents as substrate, packed in black plastic bag as container.

The results showed that maggots are preferential food for poultry compared with cereals. Maggots from third to the fifth day are more interesting because of their size, their consistency and their weight. Temperature seems to have an influence on the maggots growth. In the same way, the substrate nature and its container size have an effect on the quantitative and qualitative production of maggots.

The type of housefly preferred (*Musca domestica*) also has an effect on the quantitative production of maggots.

Controlled production and use of maggots seems to be interesting in poultry farming and mini-livestock in tropical area. It is now left to determine the nutritive value of maggots for their incorporation into various rations of different animals, in order to utilize it on a wide scale.

Introduction

Le développement de l'élevage en général, et du mini-élevage en particulier dans la zone intertropicale, se trouvent freinés en grande partie par l'insuffisance dans l'alimentation qui ne couvre pas les besoins des animaux. Pourtant, il existe dans cette zone des ressources alimentaires non conventionnelles représentées par certains insectes (mouches, asticots, termites, criquets, ...) utilisables dans l'alimentation des animaux; il s'agit en fait du domaine du mini-élevage (1, 2).

C'est dans ce cadre que deux essais ont été menés au Centre National de Formation Zootechnique et Vétérinaire de Maroua (Cameroun), du 06 au 19 février 1998 et du 16 au 23 mai 1998, en vue de fournir des

données concernant la production et l'utilisation contrôlées d'asticots (larves de mouches), pour l'alimentation des volailles en exploitation villageoise.

Matériel et méthodes

Le contexte local

Les essais ont eu lieu à Maroua (Extrême-Nord du Cameroun), localité située en zone soudano-sahélienne au-dessus de 10° parallèle Nord et à l'est de 14° longitude Est. L'altitude moyenne est de 400 m (3).

Le climat est de type tropical sec avec une saison de pluie courte (4 mois) et une longue saison sèche (d'oc-

*PNVRA de l'Est, B.P. 04 Bertoua, Cameroun.

Reçu le 08.12.00 et accepté pour publication le 08.12.00

tobre à mai), avec 2 variantes: une saison sèche froide de décembre à février, et une saison chaude le reste du temps.

La végétation est dominée par un couvert herbacé composé surtout des variétés pérennes et d'épineux tels que les Acacias. L'économie locale est basée essentiellement sur l'élevage et l'agriculture (4, 5).

Méthodologie

Essai N°1 (du 06/02 au 19/02/98)

Le substrat choisi consistait en contenu de rumen frais prélevé quotidiennement à l'abattoir. Les 7 lots identifiés de A à G étaient constitués chacun, chaque matin, avec 2 kg de contenu de rumen mis dans des sachets en plastique de 27 cm de large sur 30 cm de long et déposés dans une salle très aérée, afin de permettre aux mouches de s'y poser et déposer les œufs.

Quelques mouches ont été capturées pour identification à l'aide d'une clé de détermination et d'une loupe binoculaire (WILD HEERBRUGG*M1A-x1).

Dans l'après-midi à 15h30, le lot était couvert d'une toile moustiquaire pour éviter de nouvelles pontes afin d'avoir des lots homogènes d'âges différents.

Chaque jour, les observations étaient faites à 8 h et à 16 h, afin de suivre l'évolution des lots. Les températures étaient notées au moment des observations.

Dès l'apparition des larves, 20 étaient prélevées dans chaque lot pour la mesure de leur taille, afin de suivre leur évolution jusqu'à l'apparition des pupes.

Au 4^{ème} jour, quelques larves étaient prélevées pour être distribuées à 3 coqs villageois âgés de 3 mois et demi avec un peu de céréales (riz, maïs), en vue d'apprécier le comportement alimentaire des volailles. Dès l'apparition des pupes noires, le lot était livré entièrement aux coquelets.

Essai N°2 (du 16/05 au 23/05/98)

Cet essai avait pour objectif principal, de confirmer ou d'infirmer les observations du premier essai et de réaliser une estimation quantitative de la production des larves.

Il a été effectué dans le même local avec le même substrat et son support que dans le premier essai. La quantité de substrat par lot ainsi que le nombre de lots étaient identiques à ceux du premier essai.

Ici, les toiles moustiquaires étaient déposées à midi,

Tableau 1
Relevés journaliers des températures et des tailles moyennes des larves de *Musca domestica* (en cm)

Jours	Heure d'obs.	Températ. (en °C)	Lot A n=20	Lot B n=20	Lot C n=20	Lot D n=20	Lot E n=20	Lot F n=20	Lot G n=20
J1 (6/2/98)	8 heures 16 heures	35 38	Mise du lot RAS	***	***	***	***	***	***
J2 (7/2/98)	8 heures 16 heures	34 37,2	0,42±0,052	Mise du lot RAS	***	***	***	***	***
J3 (8/2/98)	8 heures 16 heures	30 36	0,95±0,068	Mise du lot 0,42±0,061	Mise du lot RAS	***	***	***	***
J4 (9/2/98)	8 heures 16 heures	29 35,5	1,12±0,105	0,93±0,073	0,43±0,065	Mise du lot RAS	***	***	***
J5 (10/2/98)	8 heures 16 heures	28 35,2	1,1±0,085	1,125±0,106	0,65±0,127	0,41±0,078	Mise du lot RAS	***	***
J6 (11/2/98)	8 heures 16 heures	27 35	0,86±0,104	1,055±0,075	0,85±0,110	0,7±0,145	RAS	Mise du lot RAS	***
J7 (12/2/98)	8 heures 16 heures	26 31	PUPES	0,82±0,119	0,99±0,096	1,05±0,094	0,8±0,107	RAS	Mise du lot RAS
J8 (13/2/98)	8 heures 16 heures	25 31		PUPES	0,87±0,097	1,135±0,093	1,175±0,085	0,49±0,064	RAS
J9 (14/2/98)	8 heures 16 heures	24 30			PUPES	0,97±0,065	1,17±0,080	1,035±0,108	0,55±0,099
J10 (15/2/98)	8 heures 16 heures	25 30				PUPES	1,18±0,069	1,12±0,095	1,095±0,082
J11 (16/2/98)	8 heures 16 heures	24 30					1,075±0,085	1,06±0,094	1,42±0,107
J12 (17/2/98)	8 heures 16 heures	25 31					PUPES	0,87±0,103	1,035±0,081
J13 (18/2/98)	8 heures 16 heures	25 30						PUPES	0,71±0,102
J14 (19/2/98)	8 heures 16 heures	25 30							PUPES

Tableau 2
Evolution de la taille moyenne des asticots de *Musca domestica* en fonction du temps.

	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7
Lot A n=20	0,42±0,052	0,95±0,068	1,12±0,105	1,1±0,085	0,86±0,104	***
Lot B n=20	0,42±0,061	0,93±0,073	1,125±0,106	1,055±0,075	0,82±0,119	***
Lot C n=20	0,43±0,065	0,65±0,127	0,85±0,110	0,99±0,096	0,87±0,097	***
Lot D n=20	0,41±0,078	0,7±0,145	1,05±0,094	0,135±0,093	0,97±0,065	***
Lot E n=20	***	0,8±0,107	1,175±0,085	1,17±0,080	1,18±0,069	1,075±0,085
Lot F n=20	***	0,49±0,069	1,035±0,108	1,12±0,095	1,06±0,094	0,87±0,103
Lot G n=20	***	0,55±0,099	1,095±0,082	1,42±0,107	1,035±0,081	0,71±0,102
Moyenne	0,42±0,008	0,72±0,178	1,075±0,116	1,141±0,136	0,97±0,129	0,88±0,182

n = nombre d'observations

Les moyennes exprimées en centimètre sont accompagnées des écart-types.

soit 4 heures après la mise en place des lots. Dès l'apparition des larves au 2^{ème} jour, 20 étaient prélevées par lot pour la mesure de leur taille avec un double décimètre et pour la pesée des larves ensemble à l'aide d'une balance TESTUT® (5g x 1kg).

A partir du 3^{ème} jour, 100 larves par lot étaient prélevées pour être pesées, et 20 larves par lot pour la mesure de la taille jusqu'au stade de pupes.

Dans les lots A, D et G, toutes les larves ont été comptées au jour 3 et pesées.

Au 6^{ème} jour, 500 pupes étaient pesées et la taille de 20 pupes par lot était mesurée.

Les observations journalières et les relevés de température se faisaient à 8 heures et à 16 heures (heure universelle +1) et ce, jusqu'à l'apparition des premières mouches dans les lots.

Résultats

Essai N°1

Les résultats de cet essai repris dans les tableaux 1 et 2 montrent que des larves apparaissent nettement le 3^{ème} jour dans tous les lots. Cependant, pour certains lots (A,B,C,D), on note déjà l'apparition d'asticots dès le 2^{ème} jour dans l'après-midi (16 h).

Les tableaux 1 et 2 résumant l'évolution de la taille moyenne des asticots des 7 lots en fonction du temps indiquent que les larves atteignent leur taille maximale le 4^{ème} et le 5^{ème} jour, pour régresser ensuite et évoluer en pupes immobiles (claires, marrons et enfin noires).

Le tableau 1 qui résume l'évolution de la taille moyenne des larves des 7 lots en fonction du temps et de la température ambiante indique un effet favorable de la température sur le développement des larves, surtout par temps où la température matinale du 1^{er} jour de culture est chaude (lots A,B,C). Les pupes sont formées dans les lots (A,B,C,D) au soir du 6^{ème} jour, et dans les lots (E,F,G) au soir du 7^{ème} jour.

On note cependant une préférence nette des poulets pour les asticots, par rapport aux pupes et aux céréales. En effet, les coqs consomment d'abord les asticots (en moins de 30 minutes), puis les pupes et c'est

après qu'ils s'intéressent aux céréales.

Les mouches isolées sur les substrats et identifiées sont du genre *Musca* où, deux espèces ont été identifiées: *Musca domestica* qui présente 4 lignes longitudinales sur le thorax et *Musca sorbens* (3 lignes longitudinales sur le thorax) dont 2 individus ont été identifiés dans le lot D.

Essai N°2

Les résultats sont repris dans les tableaux 3 et 4.

Ces tableaux montrent que les larves apparaissent dès le 2^{ème} jour à 8 heures dans les 7 lots. Elles atteignent leur taille maximale au 3^{ème} et 4^{ème} jour pour régresser ensuite. Au 6^{ème} jour, les pupes sont formées dans tous les lots.

Les pupes ne varient pas dans leur taille (moyenne de 0,5 cm pour les 7 lots) jusqu'à l'apparition des mouches. Mais cependant, elles varient dans leur coloration qui est d'abord blanchâtre, marron clair, marron foncé et enfin noire. C'est après l'apparition des pupes noires que l'on observe quelques heures plus tard sur le lot, la présence de jeunes mouches faibles qui s'envolent peu après. Les mouches identifiées dans les lots du 2^{ème} essai étaient toutes des *Musca domestica*.

Sur le plan quantitatif, les lots A, D et G ont donné respectivement 2 632 larves pour un poids de 50 g, 3 595 larves pour 85 g et 2 010 larves pour 47,5 g. Soit donc, une moyenne de 2 746 larves pour un poids moyen de 60,83 g par 2 kg de contenu de rumen au jour 3. Les moyennes journalières sont reprises dans le tableau 4. Le poids des larves par lot augmente avec l'augmentation de leur taille pour diminuer ensuite lors de leur transformation en pupes. On remarque aussi que les pupes pèsent environ 2,5 fois moins que les larves. Les larves étaient plus nombreuses au fond qu'à la surface du substrat où on retrouvait des larves plus petites.

Discussion

Les résultats des 2 essais permettent d'estimer la durée du cycle de la mouche à une moyenne de 8 à 9 jours (de l'œuf à l'apparition de la nouvelle mouche),

Tableau 3
Relevés journaliers des observations, des températures et des tailles moyennes des larves de *Musca domestica*.

Jours	Heure d'obs	Températ. (en °C)	Lot A n=20	Lot B n=20	Lot C n=20	Lot D n=20	Lot E n=20	Lot F n=20	Lot G n=20	Moyenne
J1 (16/5/98)	8 heures	31	Mise du lot	Mise du lot	Mise du lot	Mise du lot	Mise du lot	Mise du lot	Mise du lot	***
	12 heures	35	Moustiquaire	Moustiquaire	Moustiquaire	Moustiquaire	Moustiquaire	Moustiquaire	Moustiquaire	***
	16 heures	37	***	***	***	***	***	***	***	***
J2 (17/5/98)	8 heures	32,5	0,43±0,141	0,48±0,173	0,38±0,089	0,50±0,109	0,48±0,095	0,45±0,146	0,45±0,105	0,62±0,036
	16 heures	38	0,72±0,156	0,83±0,103	0,82±0,155	0,78±0,157	0,85±0,109	0,72±0,167	0,84±0,169	
J3 (18/5/98)	8 heures	34	1,00±0,109	1,08±0,136	1,03±0,080	1,06±0,074	1,06±0,075	1,03±0,058	1,16±0,093	1,06±0,037
	16 heures	39	1,07±0,076	1,06±0,067	1,00±0,085	1,00±0,085	1,1±0,116	1,14±0,082	1,08±0,095	
J4 (19/5/98)	8 heures	34	1,06±0,098	1,09±0,094	1,04±0,09	1,07±0,085	1,07±0,091	1,11±0,085	1,08±0,089	1,06±0,018
	16 heures	40	1,07±0,092	1,01±0,067	1,04±0,088	1,04±0,099	1,04±0,068	1,08±0,076	1,1±0,085	
J5 (20/5/98)	8 heures	33	1,05±0,082	1,07±0,073	1,05±0,075	Pupes 0,5	1,07±0,080	Pupes 0,5	1,03±0,081	1,05±0,042
	16 heures	39,5	1,00±0,146	1,11±0,064	1,10±0,064	***	1,09±0,071	***	0,95±0,146	
J6 (21/5/98)	8 heures	35	Pupes 0,5	Pupes 0,5	Pupes 0,5	***	Pupes 0,5	***	Pupes 0,5	Pupes 0,5
	16 heures	38	***	***	***	***	***	***	***	***
J7 (22/5/98)	8 heures	33	***	***	***	Mouches	***	Mouches	***	
	16 heures	40	***	Mouches	***	***	***	***	***	
J8 (23/5/98)	8 heures	34,5	Mouches	***	Mouches	***	Mouches	***	Mouches	
	16 heures	38	***	***	***	***	***	***	***	

N.B.: Les tailles sont exprimées en centimètres et l'heure en G.M.T. + 1.

Tableau 4
Evolution corporelle et production quantitative moyennes des larves de *Musca domestica*.

	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7	Jour 8	Qté L/Pds	Observations
Lot A n=20	0,575	1,04	1,067	1,027	Pupes 0,5	0,5	Mouches	2 632 larves 50 grammes	Mesure à J3
Lot B n=20	0,657	1,072	1,055	1,092	Pupes 0,5	Mouches	***	RAS	
Lot C n=20	0,602	1,015	1,045	1,077	Pupes 0,5	0,5	Mouches	RAS	
Lot D n=20	0,642	1,032	1,06	Pupes 0,5	Pupes 0,5	Mouches	***	3 595 larves 85 grammes	Mesure à J3
Lot E n=20	0,667	1,08	1,06	1,08	Pupes 0,5	0,5	Mouches	RAS	
Lot F n=20	0,585	1,09	1,095	Pupes 0,5	Pupes 0,5	Mouches	***	RAS	
Lot G n=20	0,645	1,122	1,09	0,92	Pupes 0,5	0,5	Mouches	2 010 larves 47,5 g	Mesure à J3
Moyenne	0,62±0,036	1,06±0,037	1,06±0,018	1,05±0,042	0,5	***	***	2 746 larves 60,83 g	

n = nombre de larves
 Les tailles sont exprimées en centimètre.

selon la température ambiante. Les larves intéressantes pour la volaille peuvent être utilisées entre le 3^{ème} et le 5^{ème} jour.

Les résultats du premier essai confirment l'influence de la température sur le développement des asticots. Une ambiance chaude serait favorable au développement des larves, ce qui est observé dans les 4 premiers lots (A,B,C et D) mis en place pendant les matinées chaudes, et dans lesquels les asticots apparaissent dès le 2^{ème} jour, alors que dans les lots mis en place par temps froid, l'évolution est lente avec l'apparition des larves au 3^{ème} jour observée dans les

lots (E,F et G). Ces résultats corroborent ceux du deuxième essai effectué par temps très chaud (températures supérieures à 31°C) où on remarque un développement très rapide des larves qui, apparaissent dès le 2^{ème} jour dans les 7 lots, et évoluent rapidement. Ces observations sont confirmées par d'autres auteurs qui indiquent que la vitesse de développement des insectes dépend de la température (6).

La préférence des poulets locaux pour les larves et les pupes par rapport aux céréales peut être attribuée à la richesse de ces larves en matières nutritives qui elle-même est dépendante de la nature et de la richesse

du substrat. Dans cette situation, les larves du 3^{ème} au 5^{ème} jour sont les plus intéressantes, d'autant plus que les poulets arrivent à ajuster leur consommation d'aliment en fonction de leurs besoins, surtout en énergie. Sur le plan quantitatif, les productions de larves observées peuvent être augmentées par accroissement du temps et de la surface de contact avec les mouches. Car, dans nos essais, l'utilisation des sachets d'emballage de 27 cm de largeur sur 30 cm de longueur ne permettait pas aux mouches de disposer d'une grande surface pour déposer leurs œufs. De plus, le nombre de larves dépend de la nature du substrat pour lequel les mouches peuvent avoir des préférences. En effet, dans le 2^{ème} essai, les mouches identifiées n'étaient que des *Musca domestica*. On peut affirmer ici qu'il y a une préférence de *M. domestica* pour le contenu du rumen par rapport à *M. sorbens* qui elle, selon d'autres, a plutôt une préférence pour les bouses de vaches (7).

Conclusion – Recommandations

Il ressort au bilan des deux essais que les asticots représentent un aliment très apprécié des volailles. Les larves du 3^{ème} au 5^{ème} jour d'évolution semblent plus intéressantes par leur taille, leur consistance et leur poids.

La température ambiante a un effet sur le développement des larves. Une ambiance chaude accélère le développement des asticots en raccourcissant le cycle alors qu'une ambiance froide retarde l'évolution des larves en allongeant le cycle. Le rythme de production devra tenir compte de ce facteur température.

Par ailleurs, le choix du substrat a une influence sur la qualité de la production des larves et ce, en raison de la préférence de certaines mouches pour certains substrats d'une part, et de la grande variété de substrats bon marché disponibles en zone tropicale d'autre part. De plus, le choix de support du substrat est essentiel afin de mettre à la disposition des mouches des surfaces exposées plus grandes pour déposer plus d'œufs, en vue d'augmenter la quantité de larves produites.

La production et l'utilisation contrôlées d'asticots apparaissent ainsi comme un facteur important pour le développement de l'aviculture villageoise et du mini-élevage sous les tropiques. Il reste à déterminer la valeur alimentaire de ces larves en vue de leur utilisation à grande échelle, les performances obtenues par la volaille recevant ce supplément, et les infrastructures simples ainsi que les techniques d'emploi.

Références bibliographiques

1. Aron M. & Grasse P., 1960. Précis de biologie animale. 6^{ème} édition. Masson et Cie, Editeurs, France, 1413 pp.
2. Asecna-Maroua, 1998. Rapport du centre d'exploitation météorologique Secondaire (Février et mai).
3. De Deken R., 1994. Entomologie vétérinaire et contrôle des vecteurs. Cours International de Production et Santé Animales Tropicales (CIPSAT), IMT Anvers, 155 pp.
4. Hardouin J., 1992. Place du mini-élevage dans le développement rural tropical. Cahiers Agricultures, 1, 196-199.
5. Hardouin J. & Thys E., 1997. Le mini-élevage, son développement villageois et l'action de BEDIM. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 1, (2), 92-99.
6. Kuete M., Melingui A., Mounkam J., Nguoghia J. & Nofiele D., 1993. Géographie physique générale: Le Cameroun. Les problèmes du sous-développement. EDICEF. France, 270 pp.
7. Ministère du plan et de l'aménagement du territoire du Cameroun, 1986. 6^{ème} plan quinquennal de développement économique, Social et culturel (1986-1991). Yaoundé.

Loa Ch., Camerounais. Docteur Vétérinaire Spécialiste, ancien Chargé de Cours au Centre National de Formation Zootechnique et Vétérinaire de Maroua. Superviseur Provincial du Programme National de Vulgarisation et de Recherche Agricole de l'Est, B.P. 04 Bertoua. Tél.: (237) 24-13-91, Fax: (237) 24-17-22/24-27-47 (Cameroun).

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Compétitivité des productions animales en Afrique subsaharienne et à Madagascar, synthèse générale.

Boutonnet J.P., Griffon M. & Viallet D. 2001.

191 p. Série rapports d'étude. Direction Générale de la Coopération Internationale et du Développement (DGCID), Ministère des Affaires Etrangères, février 2000, Paris, France.

Cette étude, démarrée en 1996, avait pour objectifs de dresser, pour l'Afrique subsaharienne (ASS) et pour Madagascar, un bilan global et régionalisé de la demande, de la production et des échanges des principaux produits de l'élevage, d'analyser la compétitivité des principales filières et de dégager les lignes directrices pour les politiques de l'élevage.

En matière de croissance de la consommation, divers scénarios sont envisagés permettant de voir de quelle manière les besoins en produits d'origine animale peuvent être couverts dans les deux décennies suivantes.

Les points forts de ce document sont certainement: l'incorporation de parties retraçant l'évolution historique du secteur, le fait qu'elle part d'une analyse du commerce mondial pour, ensuite, étudier les spécificités de l'ASS et, enfin, la liaison avec les aspects humains de la consommation. Ce document est donc aussi très didactique. Le corps du document est axé sur les grands produits (lait, viande, ...) des principales espèces. Les autres spéculations et produits (fumure, travail, pisciculture, ...) liés à la production animale et halieutique sont décrits dans une série d'annexes.

Globalement, cette étude est très intéressante car elle forme un très bon complément à celle, mondiale, de Delgado *et al.* (Livestock revolution 2020) en ce qui concerne le commerce sur le continent africain. Elle permet de mettre en relief certains éléments qui étaient lissés dans cette étude, principalement à cause du poids de l'Asie dans certains domaines de production et de la consommation importante dans les pays asiatiques avant la crise de 1997.

Elle devrait donc intéresser les techniciens de l'élevage et les économistes concernés par l'élaboration des politiques en matière d'élevage en Afrique.

Elle peut être demandée auprès de la DGCID et plus particulièrement auprès du:

Dr. Philippe Chedanne, DCT/EPS,
20 rue Monsieur - 75700 Paris 07SP-France
e-mail: philippe.chedanne@diplomatie.fr

E. Thys
Juin 2001

En tant que Membre belge du Council de l'International Society for Horticultural Science, je tiens à vous faire savoir que les articles paraissant dans *Acta Horticulturae* sont dès à présent accessibles contre paiement sur le Web (www.actahort.org).

Tous les *Acta* précédents ont été réencodés ou scannés. Une procédure d'accès est prévue pour les membres de l'ISHS (10 articles gratuits) mais aussi pour les non membres.

Comme vous pourrez vous en rendre compte en visitant le site, le prix demandé par article est de 5\$, et pour dix articles de 40\$.

Dr. H. MAGEIN
Chef de Travaux
Dpt Biotechnologie
Centre de Recherche Agronomique de Gembloux
234 Chaussée de Charleroi - 5030 Gembloux-Belgique
Tél. 32/81/62 73 77 - Fax 32/81/62 73 99

INDEX

Index Authors

- Akpo L.E. 1
 Atti Naziha 74
 Badegana A.M. 23, 167
 Bahati M. 89
 Bakenga M. 89
 Balagizi K. 89
 Basimike M. 19
 Baudoin J-P. 44
 Beckers J.F. 177
 Boly H. 177
 Bosque Sanchez H. 198
 Bougouma-Yameogo Valérie 171
 Boussaid M. 203
 Boussoukou A. 26
 Bratte L. 161
 Bulakali B. 63
 Chermeti A. 74
 Dan S.O. 49
 De Deken R. 58
 Dessein J.P.G. 14
 Dung D.D. 164
 Edderai D. 40
 Ekoue S. K. 212
 Eyoufe S.U. 161
 Fotso Tagny J.M. 80
 Gambalemoke M. 84
 Gasc Ch. 190
 Ginarte Cerisnelda 186
 Gonzalez J.A. 186
 Grouzis M.
 Gutiérrez Mirza 186
 Hadzi Y. A. 212
 Hedhbi M. 74
 Houben P. 40
 Jori F. 40
 Kageruka P. 58
 Kayouli C. 68
 Khiari Dhahbia 203
 Kitambala K. 84
 Kizungu B. 37
 Kouonmenioc J. 80
 Lamidi O.S. 164
 Lemeur R. 198
 Leroy P. L. 177
 Loa Ch. 215
 Lumande K. 63
 Luyindula N. 63
 Mahouachi M. 74
 Makonzo-Mondako C. 26
 Maloumbi G. 26
 Mathieu C. 190
 Mbaya N. 63
 Mbithi Lucia M. 181
 Mergeai G. 44
 Miaro L 177
 Moujahed N. 68
 Moujahed-Raach Aziza 68
 Munyuli Bin Mushambanyi T. 208
 Murali N. S. 9
 Musasa T. 63
 Mushagalusa G.N.55
 Mutinelli F. 94
 Mwange K.63
 Navarro Délira 186
 Ndaeyo N. 49
 Ndu A. 161
 Ngameni P.H. 23
 Ngou Ngoupayou J.D. 80
 Nianogo A.J 32, 171
 Nignan M. 171
 Nyebone K. 84
 Oguzor N.S. 49
 Omokanye A.T. 164
 Ouedraogo Zourata 32
 Pedrazzini G. 94
 Poovarodom S. 9
 Prandin L. 94
 Profizi J.P. 26,
 Ramajo J.L. 186
 Ramos R.A. 186
 Rekik M. 74
 Sanogo M.D. 44
 Sawadogo L. 32, 171, 177
 Silou T. 26
 Sulon J. 177
 Tamboura H. 177
 Tshikaya N. 84
 Utuk E.S. 49
 Van Damme P. 198
 Van Huylenbroeck G. 181
 Vrohi Bi I. 44
 Walangululu J.M. 55
 Zecchini M. 58

Index Countries

- Senegal 1
 Thailand 9
 Ghana 14
 Congo 26
 Gabon 40
 Mali 44
 Tanzania 94
 Ivory Coast 102
 Egypt 118
 Oman 136
 Cuba 186
 Burundi 190
 Togo 212
 Benin 112, 148
 Bolivia 97, 198
 Tunisia 68, 74, 203
 Kenya 19, 158, 181
 Cameroun 80, 122, 167, 215
 Nigeria 49, 107, 152, 161, 164
 Burkina Faso 32, 126, 130, 171, 177
 Republic Democratic of Congo 37, 55, 63, 84, 89, 142, 208

Index Subjects

Agro-Industry

- Physico-chemical Characteristics and Fatty Acids Composition of *Raphia sese* and *Raphia laurentii* Oils (*in French*) 26

Animal Health

- The Influence of African Animal Trypanosomiasis on Reproduction of Cattle in Africa (*in French*) 58

Animal Inventory

- Wild Animals Kept in the Town of Bunia (Democratic Republic of Congo) : Inventory and Application of the Laws Related to Detention (*in French*) 84
- Cropping and Grazing Pressure on the Riverine Zone of the Pendjari Biosphere Reserve (*in French*) 112

Animal Nutrition

- Pasture Value of Herbages in Soudanian Region : The Case of Sahelian in North-Senegal (*in French*) 1
- Effect of Cotton Seed Level on Milk Production and Composition in Burkinabé Sahelian Does (*in French*) 32
- Strategy of Utilization of Locally Available Crop Residues and By-Products for Livestock Feeding in Tunisia (*in English*) 68
- Addition of Soybean Meal and/or Rapeseed Meal in Barley-Based Concentrate for Fattening Sheep of D'Man and Queue Fine de l'Ouest Breeds (*in French*) 74
- Consumption of some Tropical Grass Forages by Guinea-Pigs (*Cavia porcellus*) : Performances and Determination of Required Areas to Maintain a Flock (*in French*) 80
- Effect of a High or Low Protein Feed Supplement on Severity of a Fungi-Contaminated Diet on Performance of Chicks (*in English*) 118
- Use of Some Local Animal Protein Sources in the Feeding of Broilers (*in French*) 122
- Short-Term Intake and "in sacco" Degradability of Mixtures of Two Tropical Legumes (*in English*) 164
- Effect of Dietary Concentrate Rate on Intake, Weight Gain and Body Development in Djalonné Mossi Sheep (*in French*) 171

Animal Production

- Pasture Value of Herbages in Soudanian Region : The Case of Sahelian in North-Senegal (*in French*) 1
- Effect of Cotton Seed Level on Milk Production and Composition in Burkinabé Sahelian Does (*in French*) 32
- The Breeding of Brush-tailed Porcupines (*Atherurus africanus*, Gray 1842) in Gabon (*in French*) 40
- Dose Effects of Pregnant Mare Serum Gonadotropin on Reproductive Strategy of Utilization of Locally Available Crop Residues and By-Products for Livestock Feeding in Tunisia (*in English*) 68
- Addition of Soybean Meal and/or Rapeseed Meal in Barley-Based Concentrate for Fattening Sheep of D'Man and Queue Fine de l'Ouest Breeds (*in French*) 74
- Consumption of some Tropical Grass Forages by Guinea-Pigs (*Cavia porcellus*) : Performances and Determination of Required Areas to Maintain a Flock (*in French*) 80
- Effect of a High or Low Protein Feed Supplement on Severity of a Fungi-Contaminated Diet on Performance of Chicks (*in English*) 118
- Use of Some Local Animal Protein Sources in the Feeding of Broilers (*in French*) 122
- Dose Effects of Pregnant Mare Serum Gonadotropin on Reproductive Performances of Djalonné var. 'Mossi' Ewes (*in French*) 126
- Draw-down of Water Surfaces, Physico-Chemical Variations and the Production of Artisanal Fisheries in the Bagré. East-Center Burkina-Faso. (*in French*) 130
- Effect of System of Management and Genotype on Reproductive Performance of Goats in Oman (*in English*) ... 136
- A Preliminary Trial on the Use of Barium Chloride for Pregnancy Diagnosis in Sows (*in English*) 161
- Effect of Dietary Concentrate Rate on Intake, Weight Gain and Body Development in Djalonné Mossi Sheep (*in French*) 171
- Estrous Synchronisation in Djalonné, var. 'Mossi' Ewes : Comparison of Hormonal Treatment and Ram Effect (*in French*) 177

Appropriated Technology

- Do Permethrin-Treated Screens Repel Sand Flies from Entering Houses ? (*in English*) 19

Beekeeping

- Beekeeping in Tanzania (*in English*) 94

- Bibliography** 47, 95, 220

Cash Crops

- Impact of Birds on Maize *Zea mays* L. Field in the Lwiro Swamp, South-Kivu, East Republic Democratic of Congo and some Suggestions for their Control (*in French*) 37

Cattle Breeding

- A Modernization Study of Traditional Cattle Breeding in Eastern Congo (*in French*) 142

Ecology

- Effects of Inoculation with the Five *Glomus* Species on *Racosperma auriculiforme* Growth and Nodulation in a Nursery in the Democratic Republic of the Congo (*in French*) 63

Economics

- Beyond Positive Sciences : an Anthropological Approach to Market Analysis in North-Western Ghana (*in English*) 14
 Fish Availability and Buying-power of the Local Population in the Central Comoe Region (Ivory Coast) (*in French*) 102
 Effects of Economic Liberalization on the Flow of Commercial Banks Credit to Farmers in Rivers State, Nigeria (*in English*) 52
 Technical and Economic Characteristics from Mules Transportation in Mountain Conditions (*in Spanish*) 186
 Private Sector Nursery Owners in Burundi, Towards the Professionalization of Forestry (*in French*) 190

Entomology

- Do Permethrin-Treated Screens Repel Sand Flies from Entering Houses ? (*in English*) 19
 The Major Pests of Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* subs *sabouda*) of Bukavu and Around (*in French*) 55
 Assessment of the Efficacy of *Tephrosia vogelii* Hook Leaf Decoction to Control Major Pigeonpea Pests in Eastern Kenya (*in English*) 158
 A New Rearing Technique of Phytophagous Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychidae) and its Application in the Study of the Efficacy of some Acaricides on Potato (*Solanum tuberosum* L.) (*in French*) 167
 Preliminary Farming Study of Butterflies (*Anaphe infracta* : Thaumepoeidae) for the Production of Consumable Caterpillars at Lwiro, South Kivu, Democratic Republic of Congo (*in French*) 208

Environnement

- Pasture Value of Herbage in Soudanian Region : The Case of Sahelian in North-Senegal (*in French*) 1
 Effects of Inoculation with the Five *Glomus* Species on *Racosperma auriculiforme* Growth and Nodulation in a Nursery in the Democratic Republic of the Congo (*in French*) 63
 Land Clearing Effect on the Variability of some Soil Properties of an Alfisol in South-Western Nigeria (*in English*) 107
 Cropping and Grazing Pressure on the Riverine Zone of the Pendjari Biosphere Reserve (*in French*) 112

Fertilizers

- Adoption of Research Recommendations by Rice Farmers : A Case Study on Bangkok Plain (*in English*) 9

Fisheries

- Fish Availability and Buying-power of the Local Population in the Central Comoe Region (Ivory Coast) (*in French*) 102
 Draw-down of Water Surfaces, Physico-Chemical Variations and the Production of Artisanal Fisheries in the Bagré. East-Center Burkina-Faso. (*in French*) 130

Forestry

- Effects of Inoculation with the Five *Glomus* Species on *Racosperma auriculiforme* Growth and Nodulation in a Nursery in the Democratic Republic of the Congo (*in French*) 63
 The Project " Communal Forestry Development in the Bolivian Highlands" : a New Vision of Communaury Agroforestry (*in French*) 97
 Private Sector Nursery Owners in Burundi, Towards the Professionalization of Forestry (*in French*) 190

Marketing

- Fish Availability and Buying-power of the Local Population in the Central Comoe Region (Ivory Coast) (*in French*) 102

Minilivestock

- The Breeding of Brush-tailed Porcupines (*Atherurus africanus*, Gray 1842) in Gabon (*in French*) 40
 Consumption of some Tropical Grass Forages by Guinea-Pigs (*Cavia porcellus*) : Performances and Determination of Required Areas to Maintain a Flock (*in French*) 80
 Preliminary Farming Study of Butterflies (*Anaphe infracta* : Thaumepoeidae) for the Production of Consumable Caterpillars at Lwiro, South Kivu, Democratic Republic of Congo (*in French*) 208
 Maggots Production as Proteins Source for Young Poultry in Togo – Preliminary Observation (*in French*) 212
 Controlled Production and Use of Maggots (*in French*) 215

Physiology

- Eco-physiological Analysis of Drought and Salinity Stress Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) (*in Spanish*) 198

Plant Breeding

- Analysis of the Microsporogenesis of BC₂A and BC₃ Plants Issued from the *G. hirsutum* L. x *G. raimondii* Ulb. x *G. sturtianum* Will. (*in French*) 44

Plant Inventory

Inventory of Honeybees Plants Growing in Bukavu and Surroundings (South-Kivu, Eastern of Democratic Republic of Congo) (<i>in French</i>)	89
---	----

Plant Pathology

Rearing of Potato Tuber moth <i>Phthorimaea operculella</i> Zel. (Lepidoptera : Gelechiidae) in the Laboratory Biological Parameters and the Influence of Sugar Levels in the Feeding of Adults (<i>in French</i>)	23
The Major Pests of Cabbage (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> subs <i>sabouda</i>) of Bukavu and Around (<i>in French</i>) ..	55
Assessment of the Efficacy of <i>Tephrosia vogelii</i> Hook Leave Decoction to Control Major Pigeonpea Pests in Eastern Kenya (<i>in English</i>)	58

Plant Production

Adoption of Research Recommendations by Rice Farmers : A Case Study on Bangkok Plain (<i>in English</i>)	9
Analysis of the Microsporogenesis of BC ₂ A and BC ₃ Plants Issued from the <i>G. hirsutum</i> L. x <i>G. raimondii</i> Ulb. x <i>G. sturtianum</i> Will. (<i>in French</i>)	44
Growth and Yield of Soybean (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) as Influenced by Combined Application of Cowdung and NPK Fertilizer in Ogoja, Southeastern Nigeria (<i>in English</i>)	49
Effects of Inoculation with the Five <i>Glomus</i> Species on <i>Racosperma auriculiforme</i> Growth and Nodulation in a Nursery in the Democratic Republic of the Congo (<i>in French</i>)	63
Weed Competition in Cotton Crop : Effect of Hoe-Weeding on Biomass and Yield (<i>in French</i>)	148
A Comparison of Maize Production in Kenya before and during Liberalisation Period (<i>in English</i>)	181
Phenotypic Diversity of some Populations of Rosmary (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) in Tunisia (<i>in French</i>)	203

Plant Protection

Adoption of Research Recommendations by Rice Farmers : A Case Study on Bangkok Plain (<i>in English</i>)	9
Rearing of Potato Tuber moth <i>Phthorimaea operculella</i> Zel. (Lepidoptera : Gelechiidae) in the Laboratory Biological Parameters and the Influence of Sugar Levels in the Feeding of Adults (<i>in French</i>)	23
Impact of Birds on Maize <i>Zea mays</i> L. Field in the Lwiro Swamp, South-Kivu, East Republic Democratic of Congo and some Suggestions for their Control (<i>in French</i>)	37
The Major Pests of Cabbage (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> subs <i>sabouda</i>) of Bukavu and Around (<i>in French</i>) ..	55
Weed Competition in Cotton Crop : Effect of Hoe-Weeding on Biomass and Yield (<i>in French</i>)	148
Assessment of the Efficacy of <i>Tephrosia vogelii</i> Hook Leave Decoction to Control Major Pigeonpea Pests in Eastern Kenya (<i>in English</i>)	158
A New Rearing Technique of Phytophagous Mite <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari : Tetranychidae) and its Application in the Study of the Efficacy of some Acaricides on Potato (<i>Solanum tuberosum</i> L.) (<i>in French</i>)	167

Poultry

Effect of a High or Low Protein Feed Supplement on Severity of a Fungi-Contaminated Diet on Performance of Chicks (<i>in English</i>)	118
Use of Some Local Animal Protein Sources in the Feeding of Broilers (<i>in French</i>)	122
Maggots Production as Proteins Source for Young Poultry in Togo – Preliminary Observation (<i>in French</i>)	212

Projects

The Project “ Communal Forestry Development in the Bolivian Highlands” : a New Vision of Communautary Agroforestry (<i>in French</i>)	97
---	----

Ruminants

The Influence of African Animal Trypanosomiasis on Reproduction of Cattle in Africa (<i>in French</i>)	58
Strategy of Utilization of Locally Available Crop Residues and By-Products for Livestock Feeding in Tunisia (<i>in English</i>)	68
A Modernization Study of Traditional Cattle Breeding in Eastern Congo (<i>in French</i>)	142

Sociology

Effects of Economic Liberalization on the Flow of Commercial Banks Credit to Farmers in Rivers State, Nigeria (<i>in English</i>)	152
Technical and Economic Characteristics from Mules Transportation in Mountain Conditions (<i>in Spanish</i>)	186

Soil Science

Pasture Value of Herbage in Soudanian Region : The Case of Sahelian in North-Senegal (<i>in French</i>)	1
Land Clearing Effect on the Variability of some Soil Properties of an Alfisol in South-Western Nigeria (<i>in English</i>) ..	107

Veterinary Science

The Influence of African Animal Trypanosomiasis on Reproduction of Cattle in Africa (<i>in French</i>)	58
--	----

Wild Fauna

Cropping and Grazing Pressure on the Riverine Zone of the Pendjari Biosphere Reserve (<i>in French</i>)	112
---	-----

AGRI-OVERSEAS, asociación de ánimo de lucro (ASBL) creada con el fin de establecer relaciones profesionales de intereses comunes entre quienes laboran por el desarrollo rural en ultra-mar.

Agri-Overseas publica una revista científica y de información « **TROPICULTURA** » consagrada a los problemas de países en desarrollo, la cual es editada trimestralmente por la Dirección General de la Cooperación Internacional.(D.G.C.I.)

Organización: *Agri-Overseas* se compone de instituciones belgas : las cuatro Facultades de Ciencias agronómicas (Gembloux, Gante-RUG, Lovaina-Kul y Lovaina la Nueva-UCL), las dos Facultades de Medicina veterinaria (Gante y Lieja), el Departamento de Producción y salud animales del Instituto de Medicina Tropical de Amberes (Antwerpen), la Sección interfacultaria de Agronomía de la Universidad Libre de Bruselas, las Facultades universitarias Nuestra Señora de la Paz (Namur) y la Fundación universitaria de Luxemburgo (Arlon), la Dirección General de la Cooperación Internacional. y de algunos miembros individuales.

Consejo de Administración: Actualmente está compuesto de un Presidente, el Profesor Dr. J. Vercruyse, un Administrador delegado, Dr. Ir. G. Mergeai, un Secretario, Dr. E. Thys, un Tesorero, el Profesor honorario Dr. P. Kageruka, y del Profesor honorario Dr. Ir. J. Hardouin como miembro.

Comité de Redacción: Actualmente está constituido por el Dr. Ir. G. Mergeai jefe de redacción y de los redactores delegados siguientes : el Profesor J. Deckers por la “ecología, la fertilidad de suelos y los sistemas de explotación”, el Profesor Dr. J-C. Michaux por la “pesca y la piscicultura”, el Profesor C. Renard por la “agrostología y la fitotecnia”, el Doctor E. Thys por la “ producción animal y caza “, el Profesor P. Van Damme por la “Agronomía y forestaría” y el Profesor J. Vercruyse por la “Salud animal “. El secretariado trata directamente otros temas propios de la competencia de la revista (economía, sociología, etc..).

Secretaría, Redacción : Agri-Overseas / Tropicultura, c/o D.G.C.I., Of. B.018; Rue brederode, 6 , B. 1000 Bruselas, Bélgica.

Tel.: 32.2/51.90.743/594

E-mail MJDesmet@badc.fgov.be

GHarelimana@badc.fgov.be

Distribución : gratuita según petición escrita.

RECOMENDACIONES PARA LOS AUTORES

Condiciones generales

Los manuscritos (original y cuatro copias) serán enviados a Agri-Overseas a la dirección arriba mencionada. Estos pueden ser escritos en uno de los cuatro idiomas siguientes : Francés, Inglés, Neerlandés y Español. Indicar claramente la dirección del autor. Presentar la traducción inglesa del título. Cada artículo será sometido por la Comisión de Redacción a 2 lectores especializados en el tema tratado y será eventualmente devuelto al autor, para ser corregido o adaptado. De todos modos se guardará un ejemplar en los archivos de Agri-Overseas. Los autores recibirán gratuitamente 20 publicados separadamente del artículo.

Instrucciones prácticas

El manuscrito comprenderá como máximo 10 páginas escritas a máquina con doble interlinea y con un margen a la izquierda de 5 cm en papel blanco de formato DIN A4 (21 x 29,7 cm) á sobre disqueta.

Presentación

Título: corto y en minúsculas

Autores: debajo del título. los apellidos en minúsculas para las iniciales del nombre (nombre completo para las damas), con asterisco para remitir a la nota en pie de página donde figurará la identificación de las instituciones.

Palabras claves: 7 como máximo en Inglés (Keywords)

Resumen: en el idioma del artículo y en Inglés (Max.: 200 palabras)

Introducción

Material y métodos u observaciones

Resultados

Discusión

Conclusiones

Agradecimientos

Las referencias bibliográficas se darán por orden alfabético según el apellido de los autores y serán numeradas de 1 a x. Referir en el texto a estos números (entre paréntesis).

Las referencias comprenderán:

- Para las revistas: el apellido de los autores seguido de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo del artículo en el idioma de origen, el título de la revista, el número del volumen subrayado, la primera y la última página.

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

- Para las obras: el apellido de los autores seguido de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo de la obra, el nombre del editor, el lugar de edición, la primera y la última página del capítulo citado

Ejemplo: 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 in S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders Plenum, New-York

Tablas y figuras serán presentadas cuidadosamente en páginas separadas y con numeración arábica al verso. Las figuras estarán dibujadas de modo profesional. Las fotografías se entregarán non-montadas y bien contrastadas sobre papel brillante y numeradas al verso. Los títulos y las leyendas se escribirán en una misma página separada.

Observaciones:

- Evitar las notas al pie de la página
- Evitar el empleo de guiones
- Evitar las mayúsculas inútiles
- Dar la nacionalidad, los diplomas y la función de cada autor
- Dar la traducción del título en Inglés

La Comisión de redacción se reserva el derecho de rechazar los artículos que no estén conformes a las prescripciones susodichas.

TROPICULTURA

2000 Vol.18 N°4

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

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

A Preliminary Trial on the Use of Barium Chloride for Pregnancy Diagnosis in Sows (<i>in English</i>) A.Ndu, L. Bratte & S.U. Eyoufe	161
Short-Term Intake and " <i>in sacco</i> " Degradability of Mixtures of Two Tropical Legumes (<i>in English</i>) D.D. Dung, A.T. Omokanye & O.S. Lamidi	164
A New Rearing Technique of Phytophagous Mite <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari : Tetranychidae) and its Application in the Study of the Efficacy of some Acaricides on Potato (<i>Solanum tuberosum</i> L.) (<i>in French</i>) A.M. Badegana	167
Effect of Dietary Concentrate Rate on Intake, Weight Gain and Body Development in Djalonké Mossi Sheep (<i>in French</i>) M. Nignan , A.J. Nianogo, L. L. Sawadogo & Valérie Bougouma-Yameogo	171
Estrous Synchronisation in Djalonké, var. 'Mossi' Ewes : Comparison of Hormonal Treatment and Ram Effect (<i>in French</i>) H. Boly, L. Miaro, H. Tamboura, L. Sawadogo, J. Sulon, J.F. Beckers & P.L. Leroy	177
A Comparison of Maize Production in Kenya before and during Liberalisation Period (<i>in English</i>) Lucia M. Mbithi & G. Van Huylenbroeck	181
Technical and Economic Characteristics from Mules Transportation in Mountain Conditions (<i>in Spanish</i>) Ramajo J.L., Délira Navarro, J.A. Gonzalez, Mirza Gutiérrez, Cerisnelda Ginarte & R.A.Ramos	186
Private Sector Nursery Owners in Burundi, Towards the Professionalization of Forestry (<i>in French</i>) Ch. Gasc & C. Mathieu	190
Ecophysiological Analysis of Drought and Salinity Stress Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) (<i>in Spanish</i>) H. Bosque Sanchez, R. Lemeur & P. Van Damme	198
Phenotypic Diversity of some Populations of Rosmary (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) in Tunisia (<i>in French</i>) Dhahbia Khiari & M. Boussaid	203
Preliminary Farming Study of Butterflies (<i>Anaphe infracta</i> : Thaumepoeidae) for the Production of Consumable Caterpillars at Lwiro, South Kivu, Democratic Republic of Congo (<i>in French</i>) T. Munyuli Bin Mushambanyi	208
TECHNICAL NOTES	
Maggots Production as Proteins Source for Young Poultry in Togo – Preliminary Observation (<i>in French</i>) S.K. Ekoue & Y. A. Hadzi	212
Controlled Production and Use of Maggots (<i>in French</i>) Ch. Loa	215
BIBLIOGRAPHY	220
INDEX VOLUME	221

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

GDIC

DGCI