

TROPICULTURA

1998-99 Vol.16-17 N°1

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

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



Credit : WORLD BANK PHOTO by Kay Chernush, 1978

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever :

M. VAN CRAEN

Rue Brederode 6, Brederodestraat

1000 Bruxelles / Brussel

DGCI

DGIS

SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIAL

Quelques mots du Rédacteur en Chef

Het woord van de hoofdredacteur

Algunas palabras del Jefe de redacción

G. Mergeai 1

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Effets de la double symbiose *Rhizobium* TAL 1147-*Glomus Clarum* sur la croissance et la nodulation de *Racosperma* auriculiforme en République Démocratique du Congo

Effecten van de dubbele symbiose TAL 1147-*Glomus Clarum* op de groei en de nodulvorming van de oorspronkelijke *Racosperma* in Democratisch Republiek Congo

Efectos de la doble simbiosis TAL 1147-*Glomus Clarum* sobre el crecimiento y la nodulación de *Racosperma* auriculiforme en la República Democrática del Congo

B. Bulakali, K. Lumande, N. Mbaya, N. Luyindula & K. Mange 3

Assessment of Cane Yields on Well-drained Ferralsols in the Sugar-cane Estate of Central Cameroon

Evaluation du rendement en canne à sucre sur sols ferrallitiques bien drainés du périmètre sucrier du Centre Cameroun

Evaluatie van suikerrietopbrengsten op goed gedraineerde ferralitische bodems in de suikerrietplantages van Centraal Kameroen

Evaluación del rendimiento en caña de azúcar en los suelos ferralíticos bien drenados del perímetro azucarero del centro del Camerún

E. Van Ranst, J. Debaveye & F. Mahop 8

Variation du prix du bœuf dans la zone sahélienne du Cameroun

Variatie van de prijs van de ram in de Sahelzone van Kameroen

Variaciones del precio del carnero en la zona saheliana del Camerún

D. Abba 15

Ovine Toxoplasmosis in Suriname and its Possible Impact on Human Infection

La toxoplasmose ovine au Suriname et son impact possible sur l'infection de l'homme

Toxoplasmose bij het schaap in Suriname en haar mogelijke impact op menselijke besmetting

La toxoplasmosis ovina en Surinam y su impacto posible sobre la infección del hombre

B. Bastiaensen & P. Dorny 18

Consommation de produits laitiers dans les centres urbains de Burkina Faso

De consumptie van melk en zuivelproducten in de stedelijke centra van Burkina Faso

Consumo de productos lecheros en los centros urbanos de Burkina Faso

F. Goossens, S. Issoufou & E. Tollens 21

Effet de l'addition des tannins de châtaigniers sur la rétention azotée et la digestibilité chez les ruminants ingérant des produits herbagers

Involed van de toevoeging van looistoffen van kastanjebomen op de stikstofretentie en de verteerbaarheid van gras bij herkauwers

Efecto de la adición de taninos de castaño sobre la retención nitrogenada y la digestibilidad en los ruminantes que consumen productos forrajeros

Samia Kriaa & A. Thewis 26

Evaluation de variétés commerciales de ver à soie et de pratiques d'élevage dans les villages du Nord-Est de la Thaïlande

Evaluatie van commerciële variëteiten van de zijdeworm en van de kweekpraktijken in de dorpen van Noord-Oost Thailand

Evaluación de variedades comerciales de gusano de seda y de prácticas de crianza en las aldeas del noreste de Tailandia

B. Boedts 29

Physico-chimie des fruits du safoutier *Dacryodes edulis* camerounais

Physico-chemie van de vruchten van de Kameroense safouboom *Dacryodes edulis*

Físico-química de los frutos del *Dacryodes edulis* camerunés

C. Kapseu, P.M. Mapongmetsem, Th. Silou & M. Roques 37

NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

Distribution des attaques des arthropodes terricoles sur l'arachide *Arachis hypogaea* L. au Burkina Faso

Verdeling van de aanvallen van aardarthropoden op de aardnoot *Arachis hypogaea* L. in Burkina Faso

Distribución de ataques de artrópodos terrícolas sobre el mani *Arachis hypogaea* L. en Burkina Faso

I.O. Dicko, S. Traoré, D. Traoré & B. Dao 43

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA 47

English Contents on back cover

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned

Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs

De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)

Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen únicamente la responsabilidad de los autores

EDITORIAL

Quelques mots du rédacteur en chef

Comme vous avez pu le remarquer, Tropicultura a accumulé au cours des dernières années un retard important dans sa parution. Ce retard dépasse actuellement un an, soit quatre numéros. Cette situation anormale est due à des contraintes indépendantes de la volonté du Comité de rédaction et tout particulièrement à la lenteur avec laquelle la nouvelle convention qui lie Agri-overseas à l'AGCD pour la publication de Tropicultura a été signée et mise en œuvre depuis l'an dernier. Je tenais à vous faire savoir que nous faisons actuellement tout ce qui est en notre pouvoir pour rattraper le retard accumulé. Après une longue période de flottement liée aux problèmes que je viens de mentionner, les quatre numéros du volume 15 sont sortis à un rythme soutenu et vous devriez recevoir bientôt le 1er numéro du prochain volume. Afin de limiter les frais d'expédition de notre revue et de regagner, au moins administrativement, le retard accumulé, le prochain volume sera daté de 1999 et numéroté 16-17. J'espère que vous nous pardonneriez cet artifice d'édition mais pour bénéficier du tarif privilégié d'expédition des publications trimestrielles auprès de la poste belge, il ne peut y avoir un décalage de plus de 6 mois entre la date d'envoi de la revue et celle mentionnée pour sa parution.

Je profite de cette mise au point pour présenter nos excuses aux auteurs dont les articles ont été acceptés depuis bien longtemps déjà et qui ne sont pas encore parus dans Tropicultura. Le renforcement récent de l'équipe de rédaction par Mademoiselle Marina Grassart (Ingénieur agronome de l'ULB) devrait nous permettre de garder le rythme de parution actuel et de résorber progressivement le nombre d'articles en attente de parution. Vous remerciant pour votre patience et l'intérêt que vous portez à notre revue, je vous souhaite à tous une bonne lecture.

Het woord van de hoofdredacteur

Zoals u het heeft kunnen opmerken, heeft Tropicultura in de loop van de laatste jaren een belangrijke achterstand opgelopen in het verschijnen van het tijdschrift. Deze achterstand loopt momenteel op tot een volledig jaar t.t.z. een totaal van vier nummers.

Deze abnormale toestand is het gevolg van factoren die onafhankelijk zijn van de wil van het Redactiecomité en is meer bepaald te wijten aan de traagheid met dewelke de nieuwe overeenkomst voor de publicatie van Tropicultura met het ABOS afgesloten werd en kon toegepast worden.

Ik sta erop u te laten weten dat wij nu alles doen wat in ons bereik is om de achterstand in te halen. Na een lange onzekere periode gebonden aan de hierboven vernoemde feiten, zijn de vier nummers van het volume 15 aan een onverflauwd tempo gepubliceerd geweest en zal u binnenkort het nummer één van het volgende volume ontvangen. Ten einde de verzendingskosten te drukken en, tenminste op administratief vlak, de achterstand in te halen, zal het volgende volume het jaar 1999 en de nummers 16-17 dragen. Ik hoop dat u ons deze kunstgreep zal vergeven maar om te kunnen genieten van het voordeeltarief van de Belgische Posterijen voor de verzending van driemaandelijks publicaties, mag het verschil tussen de datum van verzending en de datum van publicatie aangegeven op het tijdschrift niet groter zijn dan 6 maanden.

Ik maak tevens gebruik van deze oppuntstelling om onze verontschuldiging aan te bieden aan de auteurs waarvan de artikels sinds lang reeds aanvaard werden en die nog niet in Tropicultura verschenen zijn. De recente versterking van de redactieploeg met de komst van mejuffrouw Marina Grassart (landbouwingenieur ULB) zou ons moeten toelaten het actuele ritme van verschijning te behouden en progressief het aantal publiceerklare artikels te reduceren. U bedankend voor uw geduld en voor de interesse die u voor ons tijdschrift toont, wens ik u allen een prettige lectuur.

A few words from your editor

As you will have noticed, Tropicultura has, over the past few years, been steadily accumulating delay before appearing in print. This backlog now exceeds a whole year, i.e. four issues. This abnormal situation is due to constraints over which the Editorial Committee has no control, and particularly to the slowness with which the new convention linking Agri-overseas to the AGCD for the publication of Tropicultura has been renewed and implemented since last year. I can assure you that we are doing our utmost to catch up on the backlog. After a lengthy period of wavering linked to the aforementioned problems, the four issues of volume 15 have appeared at a sustained rhythm and you should soon receive the first issue of the next volume. In order to limit postage costs and

to make up at least administratively for the delay, the next volume will be dated 1999 and numbered 16-17. I trust you will forgive this editorial artifice but to qualify for the Belgian postage rates for 3-monthly issues, there must not be more than 6 months discrepancy between the postage date and the actual date of the issue.

I am taking this opportunity to present our apologies to the authors whose articles were accepted for publication quite a long time ago and have not yet appeared in Tropicultura. The editing team has recently been reinforced thanks to Miss Marina Grassart (Graduate in Agronomy from the University of Brussels) and this should now enable us to maintain the present publication rhythm and to gradually resorb the number of articles awaiting publication.

Thanking you for your patience and the interest that you have shown in our journal, I wish you all good reading.

Algunas palabras del jefe de redacción

Como han podido constatar, Tropicultura acumuló durante el curso de estos últimos años un importante retraso en su edición. Este retraso supera actualmente un año, es decir 4 números. Esta situación anormal fue ocasionada por algunos problemas que escapan a la buena voluntad del comité de redacción. Concretamente, debido a la lentitud de la puesta en marcha del nuevo convenio de Agri-overseas con el AGCD para la publicación de Tropicultura, convenio que a sido renovado el año anterior. Yo quiero que ustedes sepan que estamos haciendo todo lo posible para subsanar este retraso. Después un largo tiempo de vacilación, debido a los problemas que acabo de mencionar, los cuatros números del volumen 15 fueron publicados a un ritmo acelerado. En consecuencia, ustedes recibirán pronto el primer número del siguiente volumen. A fin de reducir los gastos de expedición de la revista y de recuperar el retraso, al menos de forma administrativa, el próximo volumen será fechado en 1999 y numerado 16-17. Espero que ustedes nos perdonen este artificio de edición, que lo hacemos para beneficiarnos de la tarifa privilegiada que el correo belga ofrece para la expedición de publicaciones trimestrales. Esta tarifa es valida siempre y cuando no se tenga una diferencia de más de 6 meses entre la fecha de envío y la fecha de edición de la revista.

Aprovechando esta aclaración, quiero presentar nuestras excusas a los autores cuyos artículos fueron aceptados hace mucho tiempo, pero que hasta ahora no han sido publicados en Tropicultura. El refuerzo reciente del equipo de redacción con la Señorita Marina Grassart (Ingeniera agrónoma - ULB) deberá permitirnos conservar el ritmo actual de aparición y publicar progresivamente los artículos en espera. Agradeciéndoles por su paciencia y el interés que tienen en nuestra revista, les deseo a todos ustedes una buena lectura.

G. Mergeai

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Effets de la double symbiose *Rhizobium* TAL 1147- *Glomus clarum* sur la croissance et la nodulation de *Racosperma auriculiforme* en République Démocratique du Congo.

B. Bulakali*, K. Lumande*, N. Mbaya**, N. Luyindula** & K. Mwangi**

Keywords: *Racosperma* - *Rhizobium* - *Glomus* - Compatibility - Synergism - Growth improvement - Kinzono.

Résumé

L'évaluation de l'efficacité de cinq espèces de champignons endomycorhiziens à vésicules et arbuscules *Spp.* a révélé que le mycosymbiote *Glomus clarum* est convenable pour le repeuplement mycorrhizogène de la savane herbeuse de Kinzono.

Ce présent travail rapporte les résultats des effets de son inoculation au même moment que le *Rhizobium* TAL 1147 sur la croissance et la nodulation en pépinière de *Racosperma auriculiforme* dans le sol de cette même savane.

Comparée à la simple inoculation (*Glomus clarum* ou *Rhizobium* TAL 1147) et au témoin, la double inoculation *Rhizobium* TAL 1147-*Glomus clarum* a significativement ($P < 0,01$) amélioré la croissance et la nodulation de cette légumineuse ligneuse cinq mois après le semis. Une telle inoculation peut être recommandée pour une implantation efficace à grande échelle de cette essence végétale dans le sol de Kinzono pauvre en azote et en phosphore soluble.

Summary

The efficiency evaluation of five vesicular-arbuscular mycorrhiza spp. revealed that the mycobiont *Glomus clarum* is suitable for the mycorrhizogène replanting of the Kinzono grassy savanna.

This present study reports results of effects of its inoculation at the same time that the *Rhizobium* TAL 1147 in nursery on *Racosperma auriculiforme* growth and nodulation in this same savanna's soil.

Compared to the individual inoculation (*Glomus clarum* or *Rhizobium* TAL 1147) and to the uninoculated control, the dual inoculation *Rhizobium* TAL 1147-*Glomus clarum* has improved significantly ($P < 0.01$) the growth and the nodulation of this legume tree five months after the sowing. A such inoculation can be recommended for an effective implantation at large-scale of this specie in poor Kinzono soil in nitrogen and in soluble phosphore.

Introduction

Il est largement reconnu que l'azote et le phosphore constituent souvent les facteurs nutritionnels limitants de la croissance des plantes dans la plupart des sols tropicaux (5, 15, 25, 32). Pour relever le niveau de ces éléments dans ces sols pauvres, le recours aux engrais chimiques phosphatés et azotés est une véritable aubaine.

L'utilisation des biofertilisants pourvoyeurs de ces nutriments est une alternative plausible à bon marché. L'effet positif de la double inoculation des mycorhizes et *Rhizobium* sur la croissance de la plupart des légumineuses a déjà fait l'objet de plusieurs investigations (3, 14, 18, 21, 24, 28, 40). L'efficacité de ces inoculations combinées est tributaire non seulement de la spécificité légumineuses-endomycorhizes-*Rhizobium* mais aussi des conditions éco-pédoclimatiques d'un site donné.

Racosperma auriculiforme est intensément utilisé dans le programme de reboisement des milieux urbains et ruraux en R.D.C.. La localité de Kinzono, un des sites de plantation choisis, est caractérisée par des sols acides et pauvres en azote et en phosphore. Mbaya et al. (26) ont observé la stimulation de la croissance de *R. auriculiforme* grâce à l'inoculation du *Rhizobium* isolé de ce sol. Aussi dans une étude de criblage des endomycorhizes du genre *Glomus*, Bulakali et al. (non encore publié) ont retenu *Glomus clarum* pour le repeuplement mycorrhizogène des sols à Kinzono.

La présente étude tente d'évaluer les effets de l'inoculation combinée *Rhizobium* TAL 1147-*Glomus clarum* sur la stimulation de la croissance et de la nodulation en pépinière de *R. auriculiforme* dans le sol de Kinzono.

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

** Division des Sciences de la vie, Département de Microbiologie, C.R.E.N.-K, B.P. 868, Kinshasa XI, R.D. du Congo.

Reçu le 17.07.95 et accepté pour publication le 17.05.96.

Matériel et Méthodes

Le site expérimental est situé au campus de l'Université de Kinshasa. Pendant la période de culture, la pluviométrie y enregistrée a été de 737,8 mm, la température moyenne de 26,1°C, l'humidité relative moyenne de 76,1% et l'évaporation journalière moyenne de Piche de 2,2 mm (2). Le substrat de culture récolté dans le domaine du centre forestier de Kinzono - situé à 150 km Nord-Est de Kinshasa, 4°22' latitude Sud, 16°17' longitude Est, altitude: 650 m - a été prélevé dans les vingt premiers centimètres d'une jachère de savane (22). Il est classé dans l'ordre des kaolisols et est constitué de sable limoneux de la série du système de Kalahari (20). Ce sol a ensuite été séché à l'air libre, puis tamisé (maille: 3 mm). Les analyses chimiques et microbiologiques de ce sol présentent les caractéristiques suivantes: pH (KCl 1N): 4,6; C: 1,35% (38); N: 0,07% (7); C/N: 19,29; Matières organiques: 3,3% (38); phosphore disponible: 102,7 ppm (6); C.E.C.: 5,5 méq/100 g (37); Mg: 0,1 méq/100g; K: 0,1 méq/100 g; K/Mg: 1; Al³⁺: 0,43 méq/100 g et 1517 spores endomycorhiziennes natives par 100 g de sol sec. Chaque sachet en polyéthylène noir a été chargé de 1 kg de ce sol.

Traitement et semis de graines

Les semences de *R. auriculiforme* de 4 mois d'âge ont été récoltées sur un semencier du jardin expérimental de biologie au Campus de l'Université de Kinshasa. Les graines ont ensuite été séchées pendant 3 jours et conservées dans des sachets en polyéthylène blanc hermétiquement fermés jusqu'à leur utilisation. Avant le semis, elles ont été trempées, immergées dans l'acide sulfurique concentré (H₂SO₄ 95-97%, V/V) pendant 30 minutes, suivi d'un rinçage abondant à l'eau distillée. Chaque sachet a reçu 3 graines.

Préparation des inoculum et inoculation en pépinière. L'espèce endomycorhizienne *G. Clarum* et la souche du *Rhizobium* TAL 1147 utilisées proviennent du centre de Recherche en Biologie Forestière, Université Laval, Ste-Foy, Québec. L'inoculum du champignon endophyte, *Glomus clarum* Nicolson et Schenck a été produit à la ferme selon la technique décrite par Sieverding (34). Il a été prélevé dans la mycorrhizosphère de *Brachiaria ruziziensis* Germ. et Edv. et avait accusé une charge sporale de 2706 spores/100 g de sol sec et un niveau de colonisation endomycorhizienne racinaire de 42%.

Chaque sachet a reçu un inoculum comprenant 30 g de

sol de la rhizosphère prélevés dans un rayon et une profondeur de 15 cm de la plante-hôte et de 4 g de jeunes racines endomycorhizées préalablement segmentées à plus ou moins 2 cm chacune. L'inoculum endomycorhizé e été placé à environ 3 à 5 cm en dessous du semis sur toute la circonférence.

Quant à l'inoculum de *Rhizobium* TAL 1147 requis pour notre expérience, il a été produit en milieu liquide de yeast-Extract-Mannitol au laboratoire de physiologie végétale de l'Université de Kinshasa selon le protocole décrit par Somasegaran et Hoben (36). 1 ml contenait 1,7. 10¹⁰ cellules de *Rhizobium* TAL 1147 et l'inoculation a été appliquée avec 10 ml de suspension eubactérienne diluée à 10% V/V avec de l'eau distillée stérile au-dessus de chaque point d'ensemencement contenant 3 graines de *R. auriculiforme*.

Dispositif expérimental

Les sachets ont été disposés en blocs complètement randomisés avec les traitements suivants: le témoin: T, le *Rhizobium* TAL 1147: R, le *Glomus clarum*: CLA et la double inoculation *Rhizobium* TAL 1147-*Glomus Clarum*: R + CLA ont été effectués simultanément pour la réalisation d'un synergisme évident (4). Chaque traitement a été constitué de douze plantes et répété trois fois. L'écartement entre les sachets a été de 40 cm dans la rangée et entre les rangées. La conduite de la pépinière a été menée de la même manière que celle décrite par Bulakali et al. (8).

Récolte et analyse des données

Après 150 jours de pépinière, toutes les plantules ont été récoltées. Un échantillon représentatif de racine de chaque traitement a été prélevé et conservé dans une solution de FAA composée comme suit: Formaldéhyde 37% (50 ml), Acide acétique glacial (50 ml) et Ethanol 50% (900 ml). Ensuite, les racines ont été éclaircies au KOH 10% par autoclavage et colorées à la fuchsine acide à 0,05%; puis observées qualitativement à la grandeur de la boîte de pétri sous stéréomicroscope de marque Olympus H 011 (23).

Les tiges plus les feuilles et les racines des plantules ont été séchées séparément à 75°C pendant 48 heures et puis leur masse de matière sèche déterminée.

Le nombre et le poids frais de nodules, la taille et le diamètre au collet ont été enregistrés.

Quant aux analyses statistiques des données, les comparaisons multiples des moyennes ont été effectuées selon le test de Waller-Duncan (39).

Tableau 1
Influence de différents microsymbiotes racinaires sur la croissance et la nodulation de *R. auriculiforme*

| Traitement | C.E.R. | Nodules | | Taille (cm) | Diamètre au collet (mm) | Plantules | | |
|---------------------------|--------|---------------|------------------|-------------|-------------------------|------------------|-----------------------|---------|
| | | Nombre/Plante | Poids frais (mg) | | | Tiges + feuilles | Poids sec (g) racines | total |
| Témoin | + | 22,53b | 230d | 45,54c | 4,36d | 10,72c | 2,22c | 12,94c |
| <i>Rhizobium</i> | + | 29,50b | 590b | 65,26b | 5,88c | 23,41b | 4,77b | 28,18b |
| <i>Glomus clarum</i> | + | 42,07b | 420c | 87,04a | 7,14b | 27,51ab | 5,59ab | 33,10ab |
| <i>Rhizobium</i> TAL 1147 | | | | | | | | |
| <i>Glomus clarum</i> | + | 86,23a | 690a | 85,88a | 8,35a | 39,49a | 8,76a | 48,25a |

Les valeurs d'une même colonne non suivies par la même lettre sont significativement différentes à P<0,01 (Test de Waller-Duncan).

Abréviation: C.E.R.: Colonisation endomycorhizienne racinaire.

+: Présence qualitative de champignons endomycorhiziens.

Résultats

Dans nos conditions d'essai, un champignon endomycorhizien à vésicules et arbuscules, *G. Clarum* criblé et retenu pour le repeuplement mycorhizogène des sols de Kinzono (non encore publié) et une souche de *Rhizobium* TAL 1147 ont été testés pour stimuler la croissance en pépinière de *R. auriculiforme*.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 1. A la lumière des résultats, une endomycorhization qualitative a été observée dans tous les traitements. Elle était formée soit par des champignons endophytes indigènes, soit par ceux inoculés artificiellement. La même constatation a été faite dans tous les traitements quant à la nodulation des plantules inoculées ou non avec la souche de *Rhizobium* TAL 1147.

Le nombre de nodules enregistré chez les plantules inoculées avec *G. clarum*, *Rhizobium* TAL 1147 ainsi que chez les témoins n'est pas significativement différent à $P < 0,01$. Le poids frais de nodules a été plus élevé sur les sujets inoculés avec le diazotrophe introduit qu'avec le champignon exotique et chez le témoin. La double inoculation R + CLA a stimulé le nombre et le poids frais des nodules mieux que la simple inoculation du *Rhizobium* TAL 1147 ou du symbiote fongique *G. Clarum*. Quant à la taille et au diamètre au collet des plantules, les faibles valeurs ont été enregistrées chez le témoin par comparaison aux autres traitements. Aucune différence significative ($P < 0,01$) n'a été observée entre le champignon endomycorhizien seul CLA et la double symbiose R + CLA pour le paramètre taille. Le meilleur développement des sujets inoculés a été obtenu avec l'inoculation combinée R + CLA.

Pour le poids sec caulinaire plus foliole, racinaire et total des plantules, on a noté le meilleur comportement de la double inoculation R + CLA.

Discussion

D'une manière générale, l'inoculation du couple symbiotique R + CLA, du champignon endomycorhizien seul CLA et du *Rhizobium* TAL 1147 individuel a diversément stimulé de manière significative ($P < 0,01$) la croissance et la nodulation de la plante-hôte comparativement au témoin. Ces performances ont été plus amplifiées par la double inoculation R + CLA.

La colonisation endomycorhizienne racinaire et la nodulation observées sur le traitement témoin confirment la présence des microsymbiotes racinaires infectifs de *R. auriculiforme* comme l'ont rapporté respectivement Bulakali et al. (non encore publié) et Mbaya et al. (26). Dans cette investigation, l'apport de la souche TAL 1147 de *Rhizobium* n'a pas induit un nombre plus élevé de nodules que chez *G. clarum* ou chez le témoin. L'observation de l'effet dépressif de la capacité de nodulation du diazotrophe exotique traduit l'antagonisme dû aux interactions avec les souches natives. Car, une fois introduit, le *Rhizobium* TAL 1147 devrait entrer en compétition avec les souches locales qui ont déjà fait preuve d'efficacité dans la stimulation de la croissance de *R. auriculiforme* malgré leur induction nodulaire tardive et la faible présence des cellules infectives (26). Comme la souche de *Rhizobium* TAL 1147 n'a pas supplanté rapidement les eubactéries indigènes, c'est que son métabolisme n'est pas aussi rapide.

En croissant lentement dans le sol acide de Kinzono, une région tropicale, la souche TAL 1147 n'est pas productrice d'acides comme les natives. D'où, le *Rhizobium* TAL 1147 est une souche qui provient des sols acides des régions tropicales (30). Malgré son effet neutre sur la formation des nodosités la souche introduite s'est révélée plus efficace en stimulant significativement ($P < 0,01$) les poids frais des nodules comparativement au témoin et au mycosymbiote CLA. Ceci ne peut être que l'expression de son adaptabilité aux conditions éco-pédoclimatiques de Kinzono et aussi de son degré de compatibilité avec le macrosymbiote (9, 30, 35). Son efficacité symbiotique vis-à-vis des diazotrophes indigènes s'est confirmée dans la stimulation significative ($P < 0,01$) de la croissance des plantules dans tous les paramètres étudiés par rapport au témoin. C'est suivant le degré de compatibilité avec la plante-hôte que le *Rhizobium* TAL 1147 a induit une nodulation efficiente. Obaton (31) et Denissov (15) ont d'ailleurs déjà rapporté que la plupart des souches originelles des sols tropicaux sont peu efficaces.

Cette constatation peut justifier le comportement des souches diazotrophes de la savane herbeuse de Kinzono vis-à-vis de celles introduites.

Quant à l'espèce endomycorhizienne seule CLA, a amélioré la croissance du macrosymbiote de manière significative ($P < 0,01$) pour tous les paramètres évalués excepté le nombre de nodules comparativement au témoin. Ces résultats rejoignent ceux déjà observés par Bulakali et al. (non encore publié).

En outre, ce symbiote fongique CLA a donné des rendements plus satisfaisants que ceux réalisés par le *Rhizobium* TAL 1147 individuel. Le mycosymbiote a aussi de façon significative ($P < 0,01$) stimulé la taille et le diamètre au collet que le diazotrophe introduit, qui à son tour a aussi augmenté de manière significative ($P < 0,01$) le poids frais moyen de nodules. Mais *G. clarum* semble avoir incité l'infectivité nodulaire de 42,6% et 86,7% sur la souche eubactérienne TAL 1147 individuel et le témoin respectivement, tout en ne présentant aucun degré de signification. La simple inoculation avec ce microsymbiote racinaire fongique CLA occasionne de ce fait une meilleure infectivité des *Rhizobia* locaux ainsi qu'une bonne croissance de *R. auriculiforme* en termes de taille, de diamètre au collet et de biomasse. Ceci est évident dans la mesure où le champignon endomycorhizien criblé *G. clarum* assure à la plante des conditions nutritionnelles requises pour une bonne croissance végétative et pour un bon développement des nodules dans le sol de Kinzono pauvre en azote et en phosphore. A ce sujet, beaucoup d'auteurs (1,11,16,27,29,33) ont rapporté les effets synergiques de certaines espèces de champignons endomycorhiziens sélectionnées efficaces sur la stimulation de la croissance des plantes, l'élévation de leur biomasse et l'induction d'une fixation accrue d'azote par le *Rhizobium* surtout dans des sols peu fertiles et ayant une faible teneur en phosphore disponible. Il s'avérerait alors logique que la productivité moyenne annuelle de 12 m³/ha/an de bois de feu de première qualité obtenue à Kinzono résulterait en partie des interactions biotiques bénéfiques et synergiques entre les souches de *Rhizobium* autochtones et leurs partenaires endomycorhizes (13,17,20).

La double inoculation *Rhizobium* TAL 1147-G. *Clarum* a donné des rendements supérieurs par rapport à l'inoculation simple de *Rhizobium* TAL 1147 et au témoin sur tous les paramètres étudiés. Elle a permis de doubler la taille et le diamètre au collet, de tripler le poids frais de nodules et de presque quadrupler le nombre de nodules et la biomasse sèche totale de la plante-hôte comparativement au témoin. Ces meilleurs effets de la double symbiose racinaire R + CLA dans nos conditions montrent toute l'importance et l'utilité de l'inoculation combinée *Rhizobium*-endomycorhizes dans le rendement de *R. auriculiforme* dans le sol de Kinzono. Cette maximisation d'efficacité serait due à des interactions biotiques synergiques évidentes et une compatibilité créées entre deux biofertilisants exotiques introduits, la plante-hôte et la microflore tellurique autochtone (3,10,12,14,18,20,28). Ceci est rendu possible par le fait que les endomycorhizes produisent un exsudat qui modifie la rhizosphère et incite l'installation de la symbiose *Rhizobium*-plante (12). Ces structures seraient responsables d'une meilleure absorption du phosphore et par conséquent d'autres éléments biogènes indispensables qu'ont besoin les *Rhizobia* pour fixer biologiquement l'azote de l'air (16,18). Israël (19) a rapporté le rôle que joue le phosphore dans l'initiation des nodules, leur développement, et leur fonction en plus de son implication directe sur la croissance de la plante-hôte.

De ce qui précède, le couple symbiotique R + CLA a accru l'inféctivité et l'effectivité nodulaires améliorant ainsi la croissance en pépinière de *R. auriculiforme* par une action synergique évidente de ces deux biofertilisants inoculés au même moment et la microflore indigène (3,9,14,28).

Conclusion

L'inoculation avec le *Rhizobium* TAL 1147 individuel R, le champignon endomycorhizien à vésicules et arbuscules seul *Glomus Clarum* CLA, le couple symbiotique R. + CLA montre que ces microsymbiotes ont de façon

variable stimulé significativement ($P < 0,01$) la nodulation et la croissance de *Racosperma auriculiforme* dans un sol pauvre et acide d'une jachère de la savane de Kinzono sur le plateau des Bateke.

Dans cette expérimentation, la double symbiose racinaire *Rhizobium* TAL 1147 - *Glomus clarum* a assuré un bon comportement des plantules de *Racosperma auriculiforme* en termes de nodulation, croissance et biomasse en comparaison aux autres microsymbiotes racinaires testés. Elle semble la mieux appropriée dans un programme de boisement industriel de la plante-hôte sur ce sol. Ceci à cause de son efficacité à maximiser la stimulation de la croissance végétative en pépinière, expression d'une évidente optimisation de la productivité au champ. Il est impérieux de disposer des plantules vigoureuses écologiquement adaptées en pépinière avant leur mise au champ, ceci afin de prévenir le taux de mortalité souvent élevé au stade juvénile de ce matériel végétal. Bulakali et al. (8) ont fait ce constat dans une étude antérieure des systèmes symbiotiques *Rhizobium-Glomus spp* sur la croissance de *Leucaena leucocephala* en pépinière, et dix mois après transplantation.

La sélection des microsymbiotes racinaires de *R. auriculiforme* dans le sol de Kinzono mérite d'être poursuivie.

Remerciements

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude au Centre de Recherche pour le Développement International (C.R.D.I.) à Ottawa, Canada, qui a subventionné ce travail de recherche dans le cadre du Projet Endomycorhizes n° 3-P-86-1031-02/1.

L'expression de notre profonde reconnaissance s'adresse également au Service National de Reboisement du Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme pour la logistique mise à notre disposition.

Références bibliographiques

- Abbott L.K. & Robson A.D., 1984. The effect of VA mycorrhizae on plant growth. In: VA mycorrhiza, C.L.I. Powell & D.J. Bagyaraj (éd.) CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 113-120.
- Anonyme, 1992. Relevé des données météorologiques du laboratoire de physique des sols et d'hydrologie du Département de physique des sols. CGEA/CREN-K.
- Bayne H.G. & Bethlenfalvay G.T., 1987. The *Glycine-Glomus-Rhizobium* symbiosis. IV. Interactions between the mycorrhizal and nitrogen-fixing endophytes. *Plant, cell and Environment* **10**: 607-612.
- Bethlenfalvay G.T., Brown M.S. & Stafford A.E., 1985. *Glycine-Glomus-Rhizobium* symbiosis. II. Antagonistic effects between mycorrhizal colonization and nodulation. *Plant physiol.* **79**: 1054-1058.
- Bouyer S. & Damour M., 1964. Les formes du phosphore dans quelques types de sols tropicaux. *Transactions 8th int. Cong. soil Sci.* **4**: 551-561
- Bray R.H. & Kurtz L.T., 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus. *Soil Sci.* **59**: 39-42.
- Bremner J.M. & Mulvaney C.S., 1982. Nitrogen total. In: *Methods of Soil Analysis, in: chemical and Microbiological properties, part 2, 2nd ed.* (eds. Page A.L., Miller R.T.F. Keeney D.R.) Agronomy 9, Madison, Wisconsin, ASA-SSSA. 595-624.
- Bulakali, B., Khasa P.D. & Luyindula N., 1992. Effets de la double symbiose *Rhizobium-Glomus Spp.* sur la croissance de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit en pépinière, et dix mois après transplantation au Zaïre. *Tropicultura* **10**, 4: 132-136.
- Caldwell B.E. & Vest H.G., 1977. Genetic aspects on nodulation and nitrogen fixation by legumes: the macrosymbiont. In: *A treatise on dinitrogen fixation # 3.* (eds. Hardy R.W.F. & Silver W.S.) John Wiley and sons. New-York: 557-576.
- Colonna J.P., Thoen D., Ducousso M. & Badji S., 1991. Comparative effects of *Glomus mosseae* and P. fertilizer on foliar mineral composition of *Acacia senegal* seedlings inoculated with *Rhizobium*. *Mycorrhiza* **1**: 35-38.
- Cooper K.M., 1984. Physiology of VA mycorrhizal association. In: *VA mycorrhiza.* C.L.I. Powell & D.T. Bagyaraj (éd.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 155-185.
- Crush T.R., 1974. Plant growth responses to V.A. mycorrhiza VII. Growth and nodulation of some herbage legumes. *New phytol.* **73**: 73-749.
- Daft M.J. & El-Giahmi A.A., 1976. Studies on nodulated and mycorrhizal peanuts. *Ann. Appl. Biol.* **83**: 273-276.

14. Dela Cruz R.E., Manalo M.Q., Aggangan N.S. & Tambalo J.D., 1988. Growth of three legume trees inoculated with VA mycorrhizal fungi and *Rhizobium*. *Plant and Soil* **108**: 111-115.
15. Denissov I., 1982. *Principes d'agriculture tropicale*. Mir, Moscou, 31-37.
16. Ganry F. Diem H.G., Wey T. & Dommergues Y.R., 1985. Inoculation with *glomus mosseae* improves N₂ fixation by field grown soybeans. *Biol. Fert. Soils* **1**: 15-23.
17. Gerken M. & Kasali L., 1988. Productivité des peuplements d'A. auriculiformis sur le plateau des Bateke au Zaïre. *Tropicultura* **6**, 4: 171-175.
18. Habte M. & Manjunath A., 1991 Categories of Vesicular arbuscular mycorrhizal dependency of host species. *Mycorrhiza* **1**: 3-12.
19. Israël D.W., 1987. Investigation of the role of phosphorus in symbiotic dinitrogen fixation. *Plant physiol* **84**: 835-840.
20. Khasa P.D., Furlan V. & Lumande K., 1990a. Symbioses racinaires chez quelques essences forestières importantes au Zaïre. *Bois et Forêts des tropiques*, **224**: 27-33.
21. Khasa P.D., Furlan V. & Fortin J.A., 1990b. Effets de différentes espèces de champignons endomycorhiziens sur la croissance de dix espèces de plantes tropicales au Zaïre. *Tropicultura* **8**,4: 159-164.
22. Khasa P.D., Furlan V. Fortin T.A., 1992. Response of some tropical plant species to endomycorrhizal fungi under field conditions. *Trop. agric.* **69**,3: 279-283.
23. Kormanik P.P. & Mw Graw A.C., 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhize in plant roots. In: *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. N.C. Schenk (ed.) APS, St. Paul, Minnesota, USA: 37-45.
24. Manjunath A., Bagyaraj D.J. F Gopala Gowda H.S., 1984. Dual inoculation with VA mycorrhiza and *Rhizobium* is beneficial to *leucaena*. *Plant and soil*, **78**: 445-448.
25. Masozera R.R., 1975. Pouvoir fixateur de quelques sols zairois à l'égard du phosphore. *Rapport de recherche*. CREN-K., **21**: 159-163.
26. Mbaya N., Tshitenge W.K., Luyindula N., Kabinda ya P.P., Mwange K. & Nyembo K., 1990. Isolement et sélection des souches de *Rhizobium* chez *Acacia auriculiformis* en culture au plateau des Bateke. Communication présentée lors des 3èmes journées scientifiques du C.G.E.A. en 1990. Sous presse dans la Revue Zaïroise les Sciences Nucléaires.
27. Menge J.A., Lembright H. & Johnson E.L.V. 1977. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nurseries. *Proc. Int. Soc. Citriculture* **1**: 129-132.
28. Mohammad G. & Singh S.P., 1988. Effect of tripartite symbiosis on containerized *Acacia auriculiformis*. *Vaniki Sandesh* **12**: 10-12.
29. Mosse B., 1973. The role of mycorrhiza in phosphorus solubilization. In: *Global impact of applied microbiology 4th intern. Conf. Sao Paulo, Brazil*. 543-561.
30. Norris D.O., 1967. *Tropical grasslands* **1**: 107-221.
31. Obaton M., 1974. Légumineuses tropicales: problèmes posés par la symbiose fixatrice d'azote et l'inoculation des semences. *Agron. Trop.* **29**: 1128-1139.
32. Roche P., Criere L., Ba-Lre L., Calba A. & Pallavier P., 1978. La carence en phosphore des sols intertropicaux et ses méthodes d'appréciation. *Science du sol*, **4**: 251-256.
33. Safir G.R., 1980. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and crop productivity. In: *The biology of crop productivity*. P.S. Carlson (éd.) Academic Press, Inc., New-York, USA. 231-252.
34. Sieverding E., 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Technical cooperation, Gmbh, Germany, 371 p.
35. Skinner K.J., 1976. Nitrogen fixation. *C. and En. Oct.* **4**: 23-35.
36. Somasegaran P. & Hoben H.J., 1985. *Methods in legume-Rhizobium technology*. Research report from University of Hawai, NIFTAL project and MIRCEN. Hawai Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. 367 p.
37. Stuanes A.O., Ogner G. & Open M., 1984. Ammonium nitrate as extracted for soil exchangeable cations, exchangeable acidity and aluminium. *Commun. Soil Sci. Plant Anal* **15**: 773-778.
38. Walkey A. & Black I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method, *Soil Sci*: **37**: 29-38.
39. Waller R.A. & Duncan D.B., 1969. A Bayes rule for the symmetric multiple comparison problem. *Journal of American Statistical Association*, **64**: 1484-1499.
40. Young C.C., Juang T.C. & Chao C.C., 1988. Effects of *Rhizobium* and vesicular-arbuscular mycorrhiza inoculations on nodulation, symbiotic nitrogen fixation and soybean yield in subtropical-tropical fields. *Biol. Fert. Soils*, **6**: 165-169.

B. Bulakali, Congolais. Ingénieur en Sciences Agronomiques, Professeur assistant au Département de Biologie de l'Université de Kinshasa - R.D.C.
 K. Lumande, Congolais. Docteur en Sciences Botaniques, Professeur au Département de Biologie de l'Université de Kinshasa - R.D.C.
 N. Mbaya, Congolais. Docteur en Sciences Botaniques, chargé de Recherche au Centre Régional d'études nucléaires de Kinshasa - R.D.C.
 N. Luyindula, Congolais. Docteur en Sciences Botaniques, Directeur de Recherche au Centre Régional d'études nucléaires de Kinshasa - R.D.C.
 K. Mwange, Congolais. Licencié en biologie, Assistant de Recherche au Centre Régional d'études nucléaires de Kinshasa - R.D.C.

Assessment of Cane Yields on Well-drained Ferralsols in the Sugar-cane Estate of Central Cameroon

E. Van Ranst*, J. Debaveye** & F. Mahop***

Keywords: Sugar-cane - Cane yields- Ferralsols - Cameroon

Summary

The potential yields of irrigated and of rainfed sugar-cane on three ferrallitic soil series, well represented in the Nkoteng sugar-cane estate of Central Cameroon, are estimated following different methods. The potential yield of irrigated sugar-cane is estimated from the total maximum evapotranspiration during the crop cycle. The potential yield of rainfed sugar-cane is estimated following two methods for the establishment of a water balance and for the determination of a yield reduction as a result of a water deficit. The calculated potential yields are higher than the observed ones. The yield reduction due to rainfed cropping can mainly be attributed to water shortage during the late yield formation and the ripening periods. A supplementary yield decline is due to a combined action of an acid soil reaction, a possible Al-toxicity, a low base saturation, an inadequate CEC, organic matter content and P-availability, which may adequately explain the actual yield level.

Résumé

Les rendements potentiels en culture irriguée et pluviale de la canne à sucre sont estimés par différentes méthodes sur trois séries de sols ferrallitiques représentatifs du périmètre sucrier de Nkoteng, Centre Cameroun. Le rendement potentiel de la canne à sucre sous irrigation est estimé à partir de l'évapotranspiration totale maximale pendant le cycle de la culture. Le rendement potentiel en culture pluviale est estimé à partir du bilan hydrique et de la détermination de la réduction de rendement comme résultante du déficit en eau. Les rendements potentiels calculés sont plus élevés que ceux observés. La réduction de rendement en culture pluviale est principalement attribuée à une insuffisance d'eau pendant les derniers stades correspondant à la formation du produit récolté et de sa maturation. Une réduction supplémentaire de rendement est due à l'action combinée de la réaction acide du sol, la toxicité aluminique éventuelle, une faible saturation en bases, une CEC inadéquate, une faible teneur en matière organique et en phosphore assimilable, facteurs qui permettent d'expliquer le niveau de rendement actuel.

Introduction

Sugar-cane (*Saccharum officinarum* L.) is a C₄-crop (14), and consequently gives higher yields with an increasing incident solar radiation. Cane production is further known to be directly proportional to the water transpired (3). Good yields of sugar-cane are therefore obtained in conditions which ensure an adequate supply of water and sunshine. Optimal conditions are met in a climate which permits sprouting of stem cuttings at mean daily temperatures of 32 to 38°C, and which allows cane growth at mean daily temperatures of 22 to 30°C (8). High maximum and low minimum temperatures should be absent. Following a long, warm and humid vegetative period, the ripening period should be relatively cool (mean daily temperatures in the range of 10 to 20°C with a high daily thermic amplitude), sunny and dry (20). Rainfall should be sufficient to guarantee adequate and constant water supply. Rainfed cane, on well-drained soils with a good water retention capacity, requires an evenly distributed rainfall during emergence, vegetative and yield formation periods with a minimum of 100 to 120 mm per month or 1,200 to 1,500 mm annual rainfall (11).

The Nkoteng sugar-cane estate is situated near the limit of the equatorial forests in the south and the savannas in the north, and is located at 120 km north of Yaoundé and at 35 km south-west of Nanga-Eboko, in the Haute Sanaga, Central Cameroon. The studied area covers about 11,200 ha and is limited in the north and the south by the parallels of 4°31' and 4°22' latitude N, and in the west and the east by 12°00' and 12°12' longitude E. The estate is part of the large and gently undulating peneplain with shallow slopes, which occupies the central southern part of Cameroon. The monotonous relief of the peneplain, which is stretched at an altitude of 600 to 630 m above mean sea-level, is interrupted by some mountain ridges which reach 850-1,050 m. The geological substratum consists of micaschist, "embréchite" and quartzites of the ancient base complex (9).

The present climate of the area is classified as "continental sub-equatorial" because of the presence of two clearly separated rainy seasons and the low minima of the relative air humidity. The periods of minimum rain-

* Laboratory of Soil Science, University of Gent, Krijgslaan 281(S8), 9000 Gent, Belgium.

** Ministry of Agriculture, Administration of Agricultural Policies (DG2), Bolwerklaan 21, 1240 Brussels, Belgium.

*** Department of Soil Science, University of Dschang, POB 222, Dschang, Cameroon

Received on 25.06.96 and accepted for publication on 18.03.97.

Table 1
Meteorological data at the Nkoteng sugarcane estate

| CHARACTERISTICS | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | MEAN | TOTAL |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <i>Temperature (°C)</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| - mean | 24.3 | 25.3 | 25.5 | 25.0 | 24.5 | 23.8 | 23.1 | 23.3 | 23.7 | 23.7 | 24.2 | 24.4 | 24.2 | - |
| - mean max. | 30.0 | 31.5 | 31.1 | 30.1 | 29.3 | 28.0 | 26.8 | 27.1 | 28.1 | 28.3 | 29.2 | 29.7 | 29.1 | - |
| - mean min. | 18.6 | 19.1 | 19.9 | 19.8 | 19.7 | 19.5 | 19.4 | 19.3 | 19.1 | 19.1 | 19.1 | 19.1 | 19.3 | - |
| <i>Sunshine hours</i> | 178 | 172 | 154 | 151 | 152 | 116 | 85 | 84 | 100 | 122 | 156 | 175 | 137 | 1,645 |
| <i>Relative humidity (%)</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| - mean | 68.5 | 64.5 | 71.7 | 77.0 | 83.0 | 81.3 | 83.7 | 83.7 | 80.0 | 81.0 | 77.3 | 72.6 | 77.0 | - |
| - mean max. | 95.0 | 93.0 | 95.0 | 96.2 | 97.2 | 96.3 | 96.7 | 96.7 | 96.3 | 97.3 | 96.6 | 96.3 | 96.1 | - |
| - mean min. | 41.7 | 35.5 | 48.0 | 52.5 | 68.5 | 65.3 | 70.0 | 70.0 | 65.0 | 64.0 | 57.0 | 49.0 | 57.2 | - |
| <i>Rainfall (mm)</i> | 24 | 40 | 114 | 177 | 212 | 153 | 93 | 127 | 269 | 303 | 103 | 26 | - | 1,641 |
| <i>Rainfall days</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| - mean | 1 | 3 | 7 | 12 | 13 | 9 | 6 | 9 | 14 | 18 | 5 | 2 | - | 99 |
| - max. | 2 | 5 | 10 | 13 | 17 | 12 | 10 | 12 | 17 | 24 | 11 | 5 | - | 138 |
| - min. | 0 | 1 | 4 | 10 | 11 | 7 | 4 | 5 | 11 | 15 | 2 | 0 | - | 70 |
| <i>Mean wind velocity (m/s)</i> (at 4 m above ground level) | 2.5 | 2.4 | 2.5 | 2.3 | 2.3 | 2.4 | 2.3 | 2.5 | 2.3 | 2.4 | 2.3 | 2.2 | 2.4 | - |

fall constitute the dry season and occur from December to February and during July and August. The periods of maximum rainfall are observed from March until June and from September until November. The annual rainfall varies between 1,450 and 1,700 mm. About 130 raindays are observed annually. The mean monthly temperature range is 23 to 25°C. The annual total of sunshine hours is 1,700.

In this study the potential yields of irrigated and rain-fed sugarcane on three major soil series of the region are estimated following different methods. The differences between calculated and observed yields are explained and proposals are made for yield improvement.

Material and methods

Meteorological data

The meteorological data for the Nkoteng sugarcane estate have been inferred from the observations at the meteorological stations of Nanga-Eboko, Mbandjock and Yaoundé. The data are represented in table 1.

Soil data

Three well-drained ferrallitic soil series, well represented in the Nkoteng estate, were selected for further study. They occur on roughly 7,400 ha (9). Brief description of these soil series is as follows:

(a) *Simbane Series*: this soil series is observed on the topflats and slopes in a gently undulating landscape and occupies 2,900 ha. Simbane series consists of well-drained, dark red, clayey, deep soils developed on "embréchite" and/or on micashist. The series is classified as "Sols Ferrallitiques fortement désaturés, typiques, modaux sur embréchite" (5), as Rhodic Ferralsols (10) and as clayey, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandistults (16);

(b) *Nkoteng Series*: the soils belonging to this series are observed on 3,300 ha. Their characteristics are similar to those of Simbane series with the exception of a more sandy texture and dark reddish brown colours in the upper horizons because of an impoverishment

process. They occupy an identical topographical position and have developed from the same parent rock as Simbane series. They are classified as "Sols Ferrallitiques moyennement désaturés, typiques, modaux sur micashist" (5), as Rhodic Ferralsols (10) and as clayey, kaolinitic, isohyperthermic, Rhodic Haplustox (16);

(c) *Ngamba Series*: this series are observed near quartzite hills which dominate the region and occupies a total of 1,200 ha. Ngamba series are well to excessively drained, strong brown soils with a sandy loam texture near the surface and a sandy clay loam to clay texture at greater depth. They are often rejuvenated and have a variable depth (3 to 4 m). These soils are classified as "Sols Ferrallitiques moyennement désaturés, moyennement rajeunis avec érosion et remaniement sur quartzite" (5), as Orthic Ferralsols (10) and as clayey, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandistults (16).

The physical and chemical characteristics of the above described soil series are represented in tables 2 and 3, respectively. The analysis were carried out at the Soil Science Laboratory of the National Advanced School of Agriculture in Yaoundé (1). The calculated amount of available soil water up to 1 m depth in Simbane, Nkoteng and Ngamba series is 115.4, 108.7 and 106.0 mm, respectively.

Reference and potential crop evapotranspiration

The reference evapotranspiration (ET_o) has been calculated according to the modified Penman method (12). The potential or maximum crop evapotranspiration (ET_c) is calculated by multiplication of ET_o with a crop coefficient K_c. This crop coefficient relates ET_c of sugarcane to ET_o for different crop growth stages, as a function of minimum relative humidity and wind velocity (8). The crop growth stages, their duration and K_c values, as used in the calculations, are given in table 4. The K_c values during the growth stages 2 and 4 are determined by linear interpolation between the previous and following K_c values.

Table 2
Some physical characteristics of the different soil series

| Series | Hor. | Depth (cm) | Munsell colour | | Granulometric composition (%) | | | Structure (1) | Root density (2) | Bulk density (g cm ⁻³) | Total porosity (%) | Available water (% on dry weight basis) |
|---------|------|------------|----------------|------------|-------------------------------|------|------|---------------|------------------|------------------------------------|--------------------|---|
| | | | Fresh | Dry | Clay | Silt | Sand | | | | | |
| Simbane | A | 0-12 | 5 YR 3/3 | 5 YR 5/3 | 27.8 | 14.5 | 57.7 | ++ | +++ | 1.3 | 51 | 4.7 |
| | BA | 12-30 | 2.5 YR 3/4 | 2.5 YR 5/4 | 32.7 | 11.7 | 55.6 | ++ | +++ | 1.4 | 46 | 6.4 |
| | B1 | 30-95 | 2.5 YR 3/6 | 2.5 YR 5/4 | 49.9 | 10.1 | 40.0 | + | + | 1.5 | 40 | 8.7 |
| | B2 | 95-150 | 10 R 3/6 | 40 R 4/6 | 53.8 | 8.5 | 37.7 | + | + | 1.5 | 39 | 8.9 |
| | B3 | 150-190 | 10 R 3/6 | 10 R 4/6 | 50.3 | 11.4 | 38.3 | + | (+) | 1.5 | 55 | 9.2 |
| Nkoteng | A | 0-13 | 7.5 YR 3/2 | 7.5 YR 4/2 | 23.4 | 11.4 | 65.2 | ++ | +++ | 1.3 | 64 | 3.6 |
| | BA | 13-30 | 5 YR 3/4 | 5 YR 4/4 | 28.9 | 10.0 | 61.1 | ++ | ++ | 1.5 | 41 | 6.4 |
| | B1 | 30-60 | 2.5 YR 3/6 | 2.5 YR 4/6 | 33.0 | 18.6 | 48.3 | ++ | + | 1.5 | 37 | 6.7 |
| | B2 | 60-120 | 2.5 YR 3/6 | 2.5 YR 4/6 | 51.7 | 7.1 | 41.2 | + | + | 1.5 | 50 | 9.3 |
| | B3 | 120-190 | 2.5 YR 3/6 | 2.5 YR 4/6 | 49.2 | 10.6 | 40.2 | + | (+) | 1.6 | 39 | 9.5 |
| Ngamba | A | 0-12 | 10 YR 3/2 | 10 YR 5/2 | 16.2 | 9.0 | 74.8 | ++ | +++ | 1.2 | 37 | 4.1 |
| | BA | 12-27 | 10 YR 4/4 | 40 YR 5/4 | 23.0 | 9.8 | 67.2 | ++ | ++ | 1.3 | 50 | 5.8 |
| | B1 | 27-74 | 7.5 YR 5/6 | 7.5 YR 6/6 | 42.8 | 9.4 | 47.8 | ++ | + | 1.4 | 48 | 7.6 |
| | B2 | 74-140 | 7.5 YR 5/6 | 7.5 YR 6/6 | 40.1 | 6.4 | 53.5 | + | (+) | 1.5 | 51 | 10.0 |
| | B3 | 14-200 | 7.5 YR 5/6 | 7.5 YR 6/6 | 39.7 | 7.0 | 53.3 | + | (+) | 1.5 | 39 | 11.6 |

(1) ++ : moderately developed; +: weakly developed

(2) +++ : abundant; ++: many; +: few; (+): very few

Table 3
Some chemical characteristics of the different soil series

| Series | Horizon | Depth | Acidity (pH) | | Organic matter | | | Exchangeable cations (cmol(+)kg ⁻¹) | | | Ca/Mg/K ratio | CEC (cmol(+)kg ⁻¹) | Base saturation (%) | Available phosphorus (ppm P ₂ O ₅) |
|---------|---------|---------|------------------|-----|----------------|-------|-----|---|------|------|---------------|--------------------------------|---------------------|---|
| | | | H ₂ O | KCl | O.C. (%) | N (%) | C/N | Ca | Mg | K | | | | |
| Simbane | A | 0-12 | 5.1 | 4.0 | 2.1 | 1.3 | 15 | 0.76 | 0.54 | 0.13 | 53/38/9 | 8.80 | 16 | 8.4 |
| | BA | 12-30 | 5.0 | 4.1 | 1.3 | 0.8 | 16 | 0.72 | 0.38 | 0.04 | 63/33/4 | 6.00 | 19 | 7.0 |
| | B1 | 30-95 | 4.8 | 4.3 | 0.6 | 0.5 | 12 | 0.50 | 0.30 | 0.06 | 58/35/7 | 5.12 | 17 | 6.2 |
| | B2 | 95-150 | 4.8 | 4.6 | 0.5 | 0.3 | 15 | 0.68 | 0.22 | 0.08 | 69/23/8 | 4.24 | 23 | 6.2 |
| | B3 | 150-190 | 4.7 | 4.6 | 0.3 | 0.3 | 10 | 0.74 | 0.46 | 0.06 | 59/36/5 | 3.20 | 39 | 3.6 |
| Nkoteng | A | 0-13 | 4.6 | 4.2 | 1.1 | 0.8 | 13 | 0.84 | 0.56 | 0.16 | 54/36/10 | 5.36 | 29 | 6.6 |
| | BA | 13-30 | 4.4 | 4.1 | 0.7 | 0.7 | 10 | 0.56 | 0.40 | 0.09 | 53/38/9 | 3.84 | 27 | 8.0 |
| | B1 | 30-60 | 4.4 | 4.2 | 0.5 | 0.8 | 7 | 0.68 | 0.56 | 0.06 | 52/43/5 | 4.08 | 32 | 6.2 |
| | B2 | 60-120 | 4.5 | 4.4 | 0.5 | 0.6 | 9 | 0.60 | 0.34 | 0.06 | 60/34/6 | 2.96 | 34 | 2.8 |
| | B3 | 120-190 | 4.6 | 4.5 | 0.3 | 0.4 | 9 | 0.40 | 0.34 | 0.05 | 51/43/6 | 3.76 | 21 | 3.4 |
| Ngamba | A | 0-12 | 4.5 | 4.1 | 0.7 | 0.6 | 12 | 0.48 | 0.38 | 0.10 | 50/40/10 | 3.37 | 28 | 7.4 |
| | BA | 12-27 | 4.3 | 4.0 | 0.5 | 0.5 | 10 | 0.46 | 0.38 | 0.09 | 49/41/10 | 3.52 | 26 | 5.2 |
| | B1 | 27-74 | 4.4 | 4.1 | 0.5 | 0.5 | 10 | 0.70 | 0.58 | 0.10 | 51/42/7 | 4.80 | 29 | 8.0 |
| | B2 | 74-140 | 4.5 | 4.3 | 0.4 | 0.4 | 10 | 0.78 | 0.46 | 0.07 | 60/35/5 | 4.56 | 29 | 6.4 |
| | B3 | 140-200 | 4.6 | 4.5 | 0.2 | 0.3 | 9 | 0.80 | 0.46 | 0.05 | 61/35/4 | 4.32 | 30 | 3.4 |

Table 4
Crop growth stages, their duration and corresponding Kc-value (8)

| Crop growth stage | Duration (days) | Kc |
|-----------------------------------|-----------------|------|
| - planting to 0.25 full canopy | [1] 30 | 0.48 |
| - 0.25 full canopy to full canopy | [2] 90 | |
| - peak use | [3] 180 | 1.09 |
| - early senescence and ripening | [4] 60 | |
| - harvest | [5] | 0.67 |

Yield reduction as a result of a water deficit

- *Method 1a*: a water deficit is obtained when the difference between the effective precipitation (EP) and ETC is negative in a decade during the crop cycle. EP is calculated according to the method of the USDA Soil Conservation Service (7,19), using data of mean monthly rainfall, mean monthly consumptive water use

and depth of available water in the root zone. Root development is assumed to increase according to a sigmoid function in depth with time (13). Maximum root development is supposed to be reached at the time cane has developed full canopy.

Normal decade values of effective precipitation, evapotranspiration and rainfall are obtained by parabolic interpolation from monthly data (13).

The relative evapotranspiration is calculated as the sum of EP for each decade during the crop cycle divided by the sum of ETC for each decade, and is expressed as a fraction. The relative yield reduction (1-Ya/Ym) in which Ya stands for actual yield and Ym for maximum yield, is considered equal to the relative evapotranspiration deficit (1-EP/ETC).

- *Method 1b*: the crop cycle of sugar-cane can be subdivided into subsequent crop growth periods: the emergence and establishment period, the vegetative

period, the yield formation period and the ripening period. An evapotranspiration deficit during each of these growth periods has a different effect on yield. The relative evapotranspiration is calculated as in method 1a, but for each of the growth periods instead of for the total growing cycle. The effect of a relative evapotranspiration deficit (1-EP/ETc) on a relative yield decrease (1-Ya/Ym) is quantified through the yield response factor (Ky) for each growth period:

$$(1-Ya/Ym) = Ky(1-EP/ETc)$$

The relative yield at the end of the crop cycle is calculated as the product of the relative yields obtained for each of the crop growth periods. The crop growth periods, their duration and corresponding Ky-value adopted in the calculations are given in table 5.

Table 5
Crop growth periods, their duration and corresponding Ky-value (8)

| Crop growth period | Duration (days) | Ky | |
|-------------------------------|-----------------|-----|------|
| - emergence and establishment | [0] | 20 | 0.75 |
| - vegetative period | [1] | 190 | 0.75 |
| - yield formation period | [3] | 90 | 0.50 |
| - ripening period | [4] | 60 | 0.10 |

- *Method 2a*: in the second calculation procedure the actual crop evapotranspiration (ETa) is determined using a water balance model, valid for freely drained homogenous soils without groundwater supply. It is assumed that ETa is equal to ETc until a fraction (p) of the total available soil water (Sa) over the rooting depth (D) has been depleted. Under this assumption the following relationship holds (15):

$$ETa = ETc = \frac{-d(St.D)}{dt} \text{ if } St.D \geq (1-p)Sa.D$$

with

Sa.D = total available soil water over the rooting depth D; and

St.D = available soil water at time t over the rooting depth D.

Beyond the depletion of the fraction (p) of the total available soil water (Sa.D), ETa will fall below ETc and ETa will depend on the remaining soil water and on ETc. This relationship can be written as (15):

$$ETa < ETc \text{ and } ETa = \frac{-d(St.D)}{dt} = \frac{St.D \times ETc}{(1-p)Sa.D} \text{ if } St.D < (1-p)Sa.D$$

Integration of the above equation over the time period from t1 to t2 yields the following equation (6):

$$ETa = (St.D)_{t1} - e \left[\ln(St.D)_{t1} - \frac{ETc \cdot (t2-t1)}{(1-p)Sa.D} \right]$$

The relative evapotranspiration is calculated as the sum of ETa of each decade during the crop cycle divided by the sum of ETc of each decade during the crop cycle. The relative yield reduction (1-Ya/Ym) is considered equal to the relative evapotranspiration deficit (1-ETa/ETm).

- *Method 2b*: ETa is calculated following the crop water balance as under method 2a. The relative evapotranspiration is calculated for each individual growth period as the sum of ETa divided by the sum of ETc dur-

ing that growth period. The effect of a relative evapotranspiration deficit (1-ETa/ETc) during a crop growth period on the relative yield decrease (1-Ya/Ym) is quantified through Ky (8). The relative yield at the end of the crop is calculated as in method 1b.

Results and discussion

Potential irrigated yield

The vegetative growth and yield of sugar-cane is directly proportional to the amount of water transpired by the crop (11). For a plant or first ratoon crop the yield of fresh cane is estimated at 10 ± 2 tons ha⁻¹ per dm of water consumed by the crop. A plant or first ratoon crop, grown without water deficit, produces 0.6 to 1.0 kg sucrose m⁻³ of water consumed (8). ETc calculated for the total crop cycle of a 12 month plant or first ratoon crop at Nkoteng, is 1,258 mm of water (tables 6 and 7). According to the above relationship, the fresh cane yield of the crop, adequately supplied with water, can be estimated at 100.6 to 151.0 tons ha⁻¹ with an average value of 124.8 tons ha⁻¹. The sucrose yield of the irrigated crop is estimated at 7.5 to 12.6 tons ha⁻¹ with 10.0 tons ha⁻¹ as an average value.

Table 6
Calculated normal decade values of precipitation (P), crop reference evapotranspiration (ETo) and determination of the growing period

| Decade | Number | P (mm) | ETo (mm) | Season ¹ | |
|--------|--------|--------|----------|---------------------|---|
| JAN 1 | 1 | 7.3 | 41.2 | 0 | 0 |
| JAN 2 | 2 | 7.8 | 42.0 | 0 | 0 |
| JAN 3 | 3 | 8.9 | 42.6 | 0 | 0 |
| FEB 1 | 4 | 8.7 | 42.7 | 0 | 0 |
| FEB 2 | 5 | 12.6 | 43.2 | 0 | 0 |
| FEB 3 | 6 | 18.7 | 43.8 | 0 | 0 |
| MAR 1 | 7 | 30.3 | 45.4 | 1 | 0 |
| MAR 2 | 8 | 38.1 | 45.4 | 1 | 0 |
| MAR 3 | 9 | 45.5 | 44.6 | 1 | 1 |
| APR 1 | 10 | 53.4 | 41.9 | 1 | 1 |
| APR 2 | 11 | 59.3 | 40.7 | 1 | 1 |
| APR 3 | 12 | 64.3 | 39.6 | 1 | 1 |
| MAY 1 | 13 | 71.4 | 39.1 | 1 | 1 |
| MAY 2 | 14 | 71.8 | 38.1 | 1 | 1 |
| MAY 3 | 15 | 68.8 | 37.0 | 1 | 1 |
| JUN 1 | 16 | 57.6 | 35.2 | 1 | 1 |
| JUN 2 | 17 | 51.0 | 34.2 | 1 | 1 |
| JUN 3 | 18 | 44.4 | 33.4 | 1 | 1 |
| JUL 1 | 19 | 33.0 | 32.7 | 1 | 1 |
| JUL 2 | 20 | 29.8 | 32.5 | 1 | 0 |
| JUL 3 | 21 | 30.1 | 32.6 | 1 | 0 |
| AUG 1 | 22 | 33.2 | 33.5 | 1 | 0 |
| AUG 2 | 23 | 41.0 | 34.0 | 1 | 1 |
| AUG 3 | 24 | 52.8 | 34.6 | 1 | 1 |
| SEP 1 | 25 | 79.2 | 35.2 | 1 | 1 |
| SEP 2 | 26 | 91.0 | 35.8 | 1 | 1 |
| SEP 3 | 27 | 98.8 | 36.3 | 1 | 1 |
| OCT 1 | 28 | 108.8 | 36.9 | 1 | 1 |
| OCT 2 | 29 | 103.9 | 37.3 | 1 | 1 |
| OCT 3 | 30 | 90.3 | 37.5 | 1 | 1 |
| NOV 1 | 31 | 50.5 | 37.1 | 1 | 1 |
| NOV 2 | 32 | 32.8 | 37.3 | 1 | 0 |
| NOV 3 | 33 | 19.7 | 37.7 | 1 | 0 |
| DEC 1 | 34 | 13.5 | 38.4 | 1 | 0 |
| DEC 2 | 35 | 7.7 | 39.1 | 1 | 0 |
| DEC 3 | 36 | 4.7 | 39.9 | 0 | 0 |

(1) Length of the growing season (FAO): 290 days

0 0: non-growing season

1 0: growing season, non-humid decade

1 1: growing season, humid decade

Table 7

Decade values of the maximum crop evapotranspiration (ET_c), the deficit (DEF), or excess (EXC.) with regard to observed precipitation, the effective precipitation (EP), the deficit with regard to effective precipitation (method 1a); the decade values of the actual evapotranspiration (ET_a) and the root zone available moisture content (St.D)

| Decade number | ET _c (mm) | DEF. or EXC. (mm) | Method 1 | | Method 2 | |
|---------------|----------------------|-------------------|----------|-----------|----------------------|-----------|
| | | | EP (mm) | DEF. (mm) | ET _a (mm) | St.D (mm) |
| 7 | 21.8 | 8.5 | 12.3 | -9.5 | 21.8 | 14.3 |
| 8 | 21.8 | 16.4 | 14.9 | -6.8 | 21.8 | 24.0 |
| 9 | 21.4 | 24.1 | 15.7 | -5.7 | 21.4 | 31.3 |
| 10 | 21.7 | 31.7 | 17.0 | -4.7 | 21.7 | 40.5 |
| 11 | 23.8 | 35.6 | 19.9 | -3.8 | 23.8 | 51.4 |
| 12 | 25.8 | 38.4 | 22.9 | -2.9 | 25.8 | 63.2 |
| 13 | 28.2 | 43.2 | 26.0 | -2.1 | 28.2 | 75.1 |
| 14 | 30.0 | 41.8 | 28.7 | -1.3 | 30.0 | 86.0 |
| 15 | 31.7 | 37.1 | 30.8 | -0.9 | 31.7 | 95.3 |
| 16 | 32.6 | 25.0 | 32.2 | -0.4 | 32.6 | 102.7 |
| 17 | 33.9 | 17.1 | 33.0 | -1.0 | 33.9 | 108.3 |
| 18 | 35.4 | 9.0 | 29.8 | -5.6 | 35.4 | 112.3 |
| 19 | 35.7 | -2.6 | 23.2 | -12.5 | 35.7 | 109.7 |
| 20 | 35.4 | -5.6 | 21.1 | -14.3 | 35.4 | 104.1 |
| 21 | 35.6 | -5.4 | 21.3 | -14.2 | 35.6 | 98.7 |
| 22 | 36.5 | -3.3 | 23.4 | -13.1 | 36.5 | 95.4 |
| 23 | 37.1 | 3.9 | 28.2 | -8.9 | 37.1 | 99.3 |
| 24 | 37.7 | 15.1 | 35.0 | -2.7 | 37.7 | 114.4 |
| 25 | 38.4 | 40.8 | 38.4 | 0.0 | 38.4 | 115.4 |
| 26 | 39.0 | 52.0 | 39.0 | 0.0 | 39.0 | 115.4 |
| 27 | 39.5 | 59.2 | 39.5 | 0.0 | 39.5 | 115.4 |
| 28 | 40.3 | 68.5 | 40.3 | 0.0 | 40.3 | 115.4 |
| 29 | 40.7 | 63.2 | 40.7 | 0.0 | 40.7 | 115.4 |
| 30 | 40.9 | 49.5 | 40.9 | 0.0 | 40.9 | 115.4 |
| 31 | 40.4 | 10.1 | 34.3 | -6.1 | 40.4 | 115.4 |
| 32 | 40.7 | -7.9 | 23.7 | -16.9 | 40.7 | 107.5 |
| 33 | 41.1 | -21.4 | 14.9 | -26.2 | 41.1 | 86.1 |
| 34 | 41.9 | -28.3 | 10.5 | -31.4 | 41.9 | 57.8 |
| 35 | 42.6 | -34.9 | 6.1 | -36.5 | 38.1 | 27.5 |
| 36 | 43.5 | -38.8 | 3.8 | -39.7 | 20.4 | 11.8 |
| 1 | 43.3 | -36.0 | 5.8 | -37.5 | 12.1 | 7.1 |
| 2 | 41.2 | -33.4 | 6.1 | -35.1 | 9.3 | 5.5 |
| 3 | 38.8 | -29.9 | 6.9 | -31.9 | 9.0 | 5.4 |
| 4 | 35.9 | -27.3 | 6.6 | -29.3 | 8.8 | 5.3 |
| 5 | 33.3 | -20.7 | 9.3 | -24.0 | 11.1 | 6.7 |
| 6 | 30.7 | -12.0 | 13.3 | -17.4 | 15.8 | 9.6 |
| TOTAL | 1,258.2 | - | 815.6 | -442.6 | 1,073.4 | - |

Tabel 8

Relative yields for each of the crop growth periods and for the total sugar-cane crop cycle on Simbane series according to the methods 1b and 2b

| Crop growth period | Relative yield (%) | |
|-------------------------------|--------------------|-----------|
| | Method 1b | Method 2b |
| - emergency and establishment | [0] 88 | 100 |
| - vegetative period | [1] 100 | 100 |
| - yield formation period | [3] 78 | 96 |
| - ripening period | [4] 92 | 93 |
| Total crop cycle | 63 | 89 |

Table 9

Relative yields (%) on Simbane, Nkoteng and Ngamba series

| Calculation method | Relative yield (%) | | |
|--------------------|--------------------|---------|--------|
| | Simbane | Nkoteng | Ngamba |
| Method 1 | | | |
| 1a | 65 | 64 | 64 |
| 1b | 63 | 63 | 62 |
| Method 2 | | | |
| 2a | 85 | 85 | 85 |
| 2b | 89 | 88 | 88 |

Potential rainfed yield

Sugar-cane, grown at the Nkoteng estate, is not irrigated and suffers from water stress during some period in the crop cycle. Table 7 gives, for sugar-cane produced on Simbane series, the values of ET_c, the deficit or excess of water with regard to observed precipitation, the EP obtained according to method 1, the water deficit calculated from the difference (EP-ET_c), ET_a and St.D obtained from the water balance following method 2 for each decade during the crop cycle and for the total crop cycle. The values indicate that the evaluation of the water status using EP against ET_c (method 1) is more severe than the evaluation using a calculated ET_a against ET_c (method 2). If the results of both methods are considered as extreme values that can be obtained from a same production situation, the following observations can be made with regard to the water availability of a 12 month plant or first ratoon crop:

- in average meteorological conditions, water supply is satisfactory during emergence, establishment and early vegetative period (tillering). Only a slight water deficit may be observed in these periods. As the rainfall return-period is relatively short (3 to 4 days), germination is expected to be early and uniform, and to yield a satisfactory number of tillers;

- a slight deficit is possible during most of the late vegetative period (stem elongation) and the early yield formation period. As a result of the close relationship between stalk elongation and water use, a temporary reduction in the length of the cane internodes and of the total cane height is possible. Part of the height of the cane can, however, be regained in the yield formation period; and

- in the last part of the late yield formation period and during the ripening period, a distinct water deficit is observed. Although a moderate water deficit in these periods is known to bring the crop to maturity by reducing the rate of vegetative growth, dehydrating the cane and forcing the conversion of total sugars to recoverable sucrose, the observed deficit is too strong and a yield decrease will result.

Table 8 gives, for sugar-cane grown on Simbane series, the relative yield reduction and relative yield for each of the crop growth periods and for the total crop cycle as calculated using methods 1b and 2b. These results show that the yield reduction due to rainfed cropping can mainly be attributed to water shortage during the late yield formation and the ripening periods. Table 9 gives the relative yields on Simbane, Nkoteng and Ngamba series obtained from methods 1 and 2, with and without the use of a crop response factor (Ky). The results in table 9 show that both methods lead to distinctly different results. Within each method, the use of Ky in the calculations does in this particular case not significantly alter the results. The difference in available soil water reserve between the three soils does not lead to marked differences in yield.

According to the above calculations the potential rainfed sugar-cane yield is estimated to be in the range of 62 to 89% of the potential irrigated yield, or between 78 and 112 tons of fresh cane ha⁻¹ and 6.3 to 9.0 tons sucrose ha⁻¹.

Actual rainfed yield

The potential rainfed yield is however still higher than the actual rainfed yield. During the production period 1979/1980 an average yield of 64.9 tons fresh cane ha⁻¹ was recorded. The sucrose content was 11.7% and resulted, with 8.2% sucrose recovery in a yield of 5.3 tons sucrose ha⁻¹ (4).

The unfavourable effect on yield of some soil characteristics is thought responsible for a supplementary yield decline and may adequately explain the actual yield level. Although sugar-cane has a large tolerance with regard to the pH range of the soil (pH 4.0-8.5); increasing yield reductions are observed towards the extremes (3). The optimum pH for sugar-cane is 6.5. Along with a very slightly acid soil reaction, the sugar-cane crop prefers a base saturation of more than 50% (18). In Simbane series the soil reaction is slightly acid (pH 5.1) in the surface layer and acid (pH 4.7) at greater depth. In both Nkoteng and Ngamba series the soil reaction is acid to very acid with pH(H₂O) values in the range of 4.3-4.6. The saturation of the exchange complex with basic cations is low. The weighted average base saturation in the upper 30 cm of soil is 18, 28 and 27% for Simbane, Nkoteng and Ngamba series, respectively. These values, along with the low pH, suggest a rather large and toxic quantity of exchangeable aluminium, which may be responsible for the restricted root development as suggested in table 2.

The optimal mutual ratio of the basic cations of Ca, Mg and K is 76/18/6 (18). The observed ratios in the three soil series indicate slightly lower amounts of Ca and proportionally higher amounts of Mg with regard to the optimum. As both cations are largely interexchangeable, the ratios can be considered to be nearly optimal. Large deficiencies are observed with regard to the absolute amounts of basic cations required for a good sugar-cane crop. A minimum requirement of 3 cmol(+) Ca kg⁻¹ soil in the surface layer of 0 to 30 cm has been suggested (17,3). Considering the optimal cation ratio and a base saturation of 50%, equally 0.71 cmol(+) Mg and 0.24 cmol(+) K kg⁻¹ of soil are required along with a minimum CEC of 7.9 cmol(+) kg⁻¹. The weighted average CEC-values over 0-30 cm of soil are 7.12, 4.50 and 3.59 cmol(+) kg⁻¹ soil for Simbane, Nkoteng and Ngamba series, respectively. The absolute amounts of

basic cations are largely below the minimum required amounts.

For optimal sugar-cane production the soil should contain 2.5% of organic matter. In Simbane series the weighted average organic matter content of the surface layer (0-30 cm) is 2.8% and adequate. Inadequate amounts of organic matter are found in Nkoteng and Ngamba series, which have 1.5 and 1.0% of organic matter only. A response to P-fertilizer application is likely when the amount of available phosphorus (Truog) is less than 25 ppm (17,3). In the three soil series the available phosphorus is definitely lower than required (table 3). P-application should satisfy the P-fixing capacity of the soils and should include the maintenance application. Field experiments at Mbandjock have permitted to estimate the required quantity at 800 kg P₂O₅ ha⁻¹ single superphosphate at 18% for a yield of 80 tons of cane ha⁻¹ of variety B41-227 (2).

The combined action of an acid soil reaction, a possible aluminium toxicity, a low base saturation, an inadequate CEC, organic matter content and P-availability may account for a further yield reduction of 15 to 40% with regard to the potential rainfed yield. On Simbane series a considerable yield upto the level of the potential rainfed yield can be obtained with an increase of the organic matter content and CEC using filter mud and molass applications, an increase of the absolute amounts of Ca, Mg and K up till the required minimum levels, and an adequate P-supply. On Nkoteng and Ngamba series the yield increase following similar improvement measures may not reach the potential level due to their low inherent fertility. An additional yield increase may be obtained with moderate irrigation in the drying-off period in order to restrict the drying out of the soil and to lower the soil surface and air temperature.

Acknowledgement

The authors are grateful to the National Science Foundation (Belgium) for the financial support of this investigation, which is part of the research programme "Mineralogy and fertility of tropical soils" (NFWO nr 2.0017.93).

Literature

1. Aelterman, G. & Embrechts, J., 1980. Méthodes d'analyse du sol du Laboratoire des Sciences du Sol. ENSA, Yaoundé, Cameroun, 75 pp.
2. Bindzi-Tsala, J., 1971. Etudes des caractères minéralogiques, géochimiques et pédologiques de la série de sols ferrallitiques rouges profonds de Mbandjock (Centre Cameroun) en liaison avec la détermination de la fertilité de ces sols. Thèse Doctorat 3ème Cycle, Paris, France, 171 pp.
3. Blackburn, F., 1984. Sugar-cane. Trop. Agricult. Series, Longman House, Burnt Mill, Harlow Essex CM 20 2 JE, England, 414 pp.
4. Camsuco, 1979-1987. Rapports d'activités annuels des années 1979 au 1987. Nkoteng, Cameroun.
5. C.P.C.S., 1967. Classification des sols. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Grignon, France, 87 pp.
6. Debaveye, J., 1986. CYPMAC: a climatic yield potential prediction model for annual crops. Geological Institute, University Ghent, Belgium, 115 pp.
7. Doorenbos, J. & Pruitt, W.P., 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage paper n°24, Rome, 144 pp.
8. Doorenbos, J. & Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage paper n°33, Rome, 193 pp.
9. FAO-ONAREST, 1976. Carte pédologique et d'aptitude pour la canne à sucre du site sucrier de Camsuco à Mbandjock-Nkoteng. Rapport technique n°5, Ekona, Cameroun, 53 pp.
10. FAO-UNESCO, 1975. Carte Mondiale des Sols (1:5.000.000). Vol. I, Légende, Rome, 62 pp.
11. Fauconnier, R., & Bassereau, D., 1970. La canne à sucre. Ed. G.P. Maisonneuve et Larose, 11, Rue Victor-Cousin, 75005, Paris, France.

12. Frere, M. & Popov, G.F., 1979. Agrometeorological crop monitoring and forecasting. FAO Plant Production and Protection paper n°17, Rome, 64 pp.
13. Gommès, R.A., 1983. Pocket computers in agrometeorology. FAO Plant Production and Protection paper n°45, Rome, 104 pp.
14. Hatch, M.D. & Slack, C.R., 1966. Photosynthesis by sugar-cane leaves. A new carboxylation reaction and the pathway of sugar formation. *Biochemistry Journal* 101: 103-111.
15. Rijtema, P.E. & Aboukhaled, A., 1975. Crop water use, pp. 5-61 in: A. Aboukhaled A. Arar, A.M. Balba, B.G. Bishay, L.T. Kadry, P.E. Rijtema & A. Taher (Editors). Research on crop water use, salt affected soils and drainage in the Arab Republic of Egypt. FAO Regional Office for the Near East.
16. Soil Survey Staff, 1987. Keys to Soil Taxonomy. SMSS Technical Monograph # 6, third printing, Cornell University, U.S.A., 280 pp.
17. Sys, C., Bouckaert W. & Vercruyse, J., 1978. Cartographie, évaluation et aménagement des sols du périmètre sucrier de Lubilashi (Zaïre). Comité pour l'Etude des Sols, Inst. Géologique, Gand, Belgique, 76 pp.
18. Sys, C., 1985. Land Evaluation. Part I, International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists, State University Ghent, Belgium, 144 pp.
19. U.S.D.A., 1967. Irrigation water requirement. Soil Conservation Service, Engineering Div. SCS, Technical Release n°21, 83 pp.
20. Vandenput, R., 1981. Les principales cultures en Afrique Centrale. Canne à sucre. A.G.C.D., Ed. Lesaffre sprl. B 7500, Tournai, Belgique: 527-543.

E. Van Ranst, Belgische nationaliteit. Licentiaat Aard- en Delfstofkunde, Master in Bodemkunde. Doctoraat in de Wetenschappen, Aard- en Delfstofkunde. Hoogleraar, Directeur van het Laboratorium voor Bodemkunde, RUG.

J. Debaveye, Belgische nationaliteit. Landbouwkundig Ingenieur. Doctor in de Landbouwkundige Wetenschappen. Ministerie van Landbouw, Bestuur van Landbouwbeleid (prijs- en marktbeleid).

F. Mahop, Kameroense nationaliteit. Landbouwkundig Ingenieur. Doctor in de Wetenschappen, Aard- en Delfstofkunde (RUG). Actueel werkzaam in het Laboratorium voor Bodemkunde (RUG). Vanaf september 1996: "Département des Sciences du Sol, Université de Dschang, Dschang, Cameroon".

52ste Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie

Zal plaats vinden op dinsdag 9 mei 2000 aan de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent (België).

De samenvattingen van de mededelingen zullen aan de deelnemers beschikbaar gesteld worden in het Engels.

De voorgestelde mededelingen zullen gepubliceerd worden in de "Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent".

The 52nd International Symposium on Crop Protection

Will take place on Tuesday the 9th May 2000 at the Department of Crop Protection of the Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, University Ghent (Belgium).

The summaries of the papers will be made available to the participants in English.

The proceedings will be published in the "Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent".

Le 52^e Symposium International de Phytopharmacie et de Phytiatrie

Se tiendra le mardi 9 mai 2000 à la Faculté des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées de l'Université de Gand (Belgique)..

Le recueil des résumés des communications sera mis à la disposition des participants en anglais.

Les compte-rendus seront publiés dans les "Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent".

**Alle briefwisseling dient gericht te worden aan Prof. Dr. ir. P. De Clercq,
Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent,
Coupure Links 653, B-9000 Gent (België)
e-mail: patrick.declercq@rug.ac.be, tel. 32 (0)9 264.61.58, fax 32 (0)9 264.62.39.**

Variation du prix du bélier dans la zone sahélienne du Cameroun

D. Abba*

Keywords: Variation - Price - Ram - Sahelian Zone - Cameroon

Résumé

L'étude a porté sur les variations du prix du bélier pendant un an du 1er mai 1990 au 30 avril 1991 au marché de Yagoua dans la zone sahélienne du Cameroun. Cinq cent vingt-sept béliers vendus ont été enregistrés de races Massa (Kirdji), Djallonké et Foulbé. Le poids vif, le sexe (entier ou castré) et le mois dans l'année ont chacun un effet significatif sur le prix. Le prix varie de 4500 fCFA en décembre-janvier, monte à près de 6000 fCFA en juin et rechute à la fin de l'année.

Summary

This study was carried out during one year from 1st May 1990 to 30 April 1991 at the sheep market place in Yagoua (sahelian zone of Cameroon). Five hundred and twenty seven rams of 3 breeds were sold overall. All of the variables namely live weight, breed, sex (entire or castrated) and month of the year had significant effect on the animal price. The price varies from 4500 fCFA in December-January, reaches 6000 fCFA in June and goes down again towards December.

Introduction

L'élevage des petits ruminants occupe une place de choix dans les activités quotidiennes des populations camerounaises et particulièrement dans la partie septentrionale; toutes les catégories sociales sont impliquées. Non seulement que les ovins et caprins constituent une source de production de viande mais ils jouent aussi un rôle très important dans la vie socio-économique des communautés à savoir la célébration des cérémonies religieuses, la manifestation des rites funéraires, le paiement de la dot, la fonction de caisse d'épargne (4,10,11) pour résoudre divers problèmes d'urgence et permettent aussi de faire des cadeaux à des personnalités, aux amis et aux parents (1). Les provinces du Nord et de l'Extrême-Nord constituent le réservoir des petits ruminants du Cameroun (9) et 58% du cheptel ovin national y est concentré. Cependant un certain nombre de facteurs notamment l'état des pâturages naturels aux différentes périodes de l'année (2,5), les saisons, les fêtes, la race et le sexe de l'animal, les besoins de l'éleveur sont responsables de l'instabilité du prix des petits ruminants sur le marché. Ceci est une préoccupation tant pour l'éleveur et le consommateur que pour le Gouvernement. C'est dans ce cadre que cette étude a été entreprise et avec le but d'analyser la variation du prix du bélier sur le marché de Yagoua pendant une année entière et d'en dégager les périodes de pointe.

Matériel et méthodes

L'étude a été conduite à Yagoua dans le département du Mayo-Danay dans l'Extrême-Nord du Cameroun. Les coordonnées de la localité sont les suivantes: 300 m d'altitude, latitude 10°23'N et longitude 15°16'E. Une moyenne de 800 mm de pluies par an s'étalant de juin

à septembre et une grande saison sèche d'octobre à mai caractérisent la zone. La température varie de 12,5°C en janvier à plus de 40°C en mars.

La méthode consiste à visiter le marché hebdomadaire de Yagoua chaque jeudi dès 8 heures le matin pendant une année du 1er mai 1990 au 30 avril 1991. Les informations ci-dessous sont systématiquement notées par une équipe de la Station de l'Institut de Recherche Zootechnique (IRZ) de Yagoua au moins sur les 10 premiers béliers vendus au hasard dans la journée avant l'enlèvement par l'acheteur:

- la race
- le sexe (entier ou castré)
- le poids vif
- le prix

La procédure de GLM (General Linear Models, SAS 1987) a été utilisée pour examiner dans un premier temps les effets du poids vif, du sexe, de la race et du mois de l'année sur le prix de l'animal et les variables sont représentées comme suit:

P_i est le prix en franc CFA (fCFA) d'un bélier

W_i est le poids vif du bélier en kilogramme

S_i est le sexe du bélier (entier ou castré)

R_i est la race du bélier (Massa, Foulbé et Djallonké)

M_i est le mois dans l'année de janvier à décembre, dans l'équation

$$P = u + W + S + R + M + RM + \epsilon$$

Le poids vif étant une variable continue a été inclus comme une covariable et RM désigne l'interaction entre la race et le mois.

La même procédure a été reprise dans un second temps en considérant le prix par kg comme variable dépendante.

* Station de l'Institut de Recherches Zootechniques et Vétérinaires, B.P. 77 Maroua, Cameroun
Reçu le 17.06.96 et accepté pour publication le 20.02.97

Résultats

Au total 527 béliers vendus ont été enregistrés pendant la période considérée: 66% sont de race Massa, les Djallonké et les Foulbé partageant les 44%. Soixante treize pourcent de l'ensemble sont des béliers castrés et 27% des béliers entiers (Tableau 1).

Tableau 1
Fréquence des béliers entiers et castrés au sein de chaque race

| Race | Sexe | | Total n (%) |
|-----------|------------------|------------------|----------------|
| | Entiers n (%) | Castrés n (%) | |
| Djallonké | 27 (5,12) | 77 (14,61) | 104 (19,73) |
| Foulbé | 11 (2,09) | 64 (12,14) | 74 (14,23) |
| Massa | 104 (19,73) | 244 (46,30) | 348 (66,04) |
| Total | 142 (26,94) | 385 (73,06) | 527 (100,0) |

n = nombre

Les poids moyens des béliers par race et sexe sont présentés dans le Tableau 2. Les béliers castrés sont en moyenne plus lourds que les béliers entiers ($26,51 \pm 0,79$ contre $23,06 \pm 0,38$).

Tableau 2
Poids moyen des béliers par race (kg)

| Race | Sexe | | Tout sexe |
|-----------|------------------|------------------|------------------|
| | Entiers | Castrés | |
| Djallonké | $21,04 \pm 0,73$ | $25,80 \pm 1,23$ | $22,27 \pm 0,72$ |
| Foulbé | $29,27 \pm 0,80$ | $28,58 \pm 1,93$ | $29,17 \pm 1,04$ |
| Massa | $18,86 \pm 0,41$ | $25,16 \pm 0,62$ | $20,74 \pm 0,37$ |

Toutes les variables considérées dans le premier modèle ont chacune un effet significatif ($p < .01$) sur le prix du bélier et seule l'interaction entre la race et le mois de l'année est significative ($p < .01$). La même tendance est observée quand le prix par kg de poids vif est considéré comme variable dépendante au lieu du prix du bélier globalement.

Dans l'ensemble les castrés coûtent plus cher que les béliers entiers ($5025,32 \pm 83,59$ contre $4800,40 \pm 59,35$ fCFA). Le Djallonké est significativement ($p < .01$) plus cher que le bélier Foulbé qui est à son tour plus cher que le Massa. Le Tableau 3 récapitule les moyennes des moindres carrés.

Tableau 3
Prix moyen des béliers par race (fCFA)

| Race | Moyenne | s.e. |
|-----------|---------|-------|
| Djallonké | 5015,28 | 87,83 |
| Foulbé | 4934,61 | 97,87 |
| Massa | 4789,09 | 62,13 |

Le prix du bélier varie aussi significativement ($p < .01$) d'un mois à l'autre au cours de l'année. Il est autour de 5500 fCFA en mai, atteint près de 6000 fCFA en juin, se maintient à un niveau élevé jusqu'en octobre et rechute autour de 4500 fCFA en décembre-janvier jusqu'en mars. L'allure de cette variation est indiquée par la figure 1.

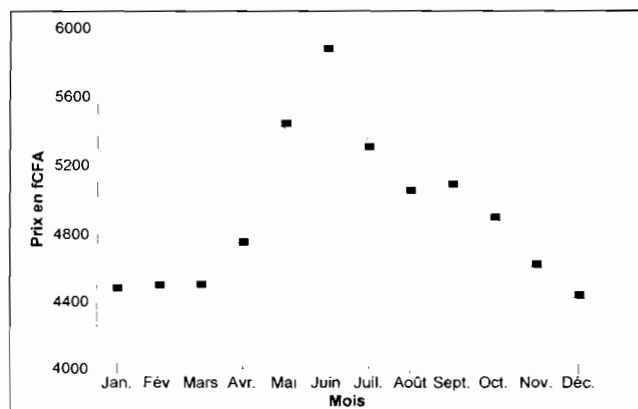


Figure 1. Variation de prix de bélier au cours d'une année.

Ces prix ont été enregistrés avant la dévaluation du fCFA, il suffit de les doubler pour avoir une idée des prix actuels sur le marché.

Discussion

Ni les origines ni les destinations des béliers vendus n'ont été relevées dans cette étude. On constate que les béliers Massa sont les plus vendus (66%) sur le marché de Yagoua. Deux raisons pourraient expliquer ceci: soit que les populations locales sont traditionnellement liées à cette race indigène qui reste préférée soit tout simplement que les béliers Massa sont plus nombreux et donc plus abordables que les mâles des 2 autres races.

Par ailleurs le bélier Djallonké coûte en moyenne plus cher que les béliers Foulbé et Massa respectivement. Le bélier Foulbé étant plus lourd que le bélier de l'une ou l'autre race (Tableau 2) implique que le poids vif ne détermine pas le prix de l'animal sur le marché. L'importance du mouton Djallonké a été dégagée au cours des travaux antérieurs (12,13). Sa taille intermédiaire entre le mouton Massa et le mouton Foulbé apparaît avec les premiers résultats obtenus à Yagoua. La bonne conformation en général et ses autres qualités font mériter au bélier Djallonké sa valeur sur le marché de Yagoua.

Le bélier castré est plus lourd et plus cher que le mâle entier indépendamment des races. La castration confère aux petits ruminants la capacité d'une croissance accélérée et d'un dépôt de graisse précoce contribuant ainsi à une bonne conformation de l'animal.

On constate que le marché du bélier existe toute l'année, ce qui garantit aux paysans (éleveurs) les possibilités de se procurer de l'argent en espèce à tout moment et de subvenir à leurs besoins (1,6,8). Mais le prix est élevé en mai-juin et moins intéressant à partir de janvier jusqu'en mars. Les grandes fêtes au cours de la période d'étude furent: la Tabaski (fête du mouton) le 3 juillet 1990, Noël le 25 décembre 1990 et la fête du Ramadan le 15 avril 1991.

Effectivement les prix sont maintenus élevés pendant les périodes des préparatifs et chutent immédiatement après les fêtes. Il est donc intéressant pour les paysans (éleveurs) de connaître ces périodes remarquables. Ces derniers pourraient se préparer en conséquence en réorganisant les systèmes de gestion de leurs élevages, en pratiquant l'embouche afin de maximiser les profits à ces occasions (7,14).

Conclusion

Le marché est disponible toute l'année et les béliers de toutes les races présentes dans la zone y sont vendus. La race Massa est préférée aux autres races dans cette localité et le bélier Djallonké apparaît être le plus cher. Il existe effectivement dans l'année des périodes où le prix est plus intéressant pour l'éleveur qui est désormais interpellé pour une concertation avec les encadreurs techniques chargés de la vulgarisation (personnel du Ministère de l'élevage) et les chercheurs pour s'organiser en conséquence et en profiter. Ce qui serait en parfait accord avec la nouvelle politique du gouvernement camerounais en matière de recherche agricole pour le développement.

Remerciements

Ces travaux ont été financés par les crédits de fonctionnement ordinaires de la station IRZ de Yagoua alloués par l'Etat camerounais. L'auteur remercie tout le personnel de la station qui a contribué à la réalisation de ces travaux et plus particulièrement les cadres et agents techniques de la section "petits ruminants". Il remercie aussi Dr. Assongwed David de la Direction de l'IRZV à Yaoundé pour l'analyse statistique des données.

Références bibliographiques

1. Abba, D. & Onana, J., 1994. Analyse des activités d'élevage dans la vallée de Gawar. Projet SOS Louti-Nord Maroua. CARE/ONADEF. 125 p.
2. Carles, A.B., 1985. Factors affecting the growth of sheep and goats in Africa. Proc. of Conf. ILCA. Addis Ababa, Ethiopia: 35-44.
3. Deciry, A., 1987. Contribution à l'étude des paramètres zootechniques des races ovines Massa, Foulbé et Djallonké dans l'Extrême-Nord Cameroun. Thèse pour le Doctorat vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. 214 p.
4. Devendra, C., 1981. Potential of sheep and goats in less developed countries. Journal of animal Science **51**: 461-473.
5. Haggar, R.J., 1974. Providing energy-protein supplementation during dry season. Journal of Agricultural Science **74**: 487-494.
6. Ikwuegbu, O.A., Tarawali, G. & Njwe, R.M., 1994. The role of the west african dwarf goat in the economy of the smallholder arable farmer in the subhumid zone of Nigeria. Proc. of Conf. ILCA/CTA. Arusha, Tanzania. 19-22.
7. Lebbie, S.H.B. & Mastapha, P.R., 1985. Goat production in the Swaziland Middleveld. In Small ruminants in african agriculture. Proc. of Conf. ILCA. Addis Ababa, Ethiopia.
8. Manjeli, Y., Njwe, R.M., Téguia, A., Tchoumboué, J. & Tangang, 1995. Enquête sur l'élevage ovin dans la région forestière de l'Est du Cameroun. Cam. Bull. Anim. Prod. **3** (1): 1-6.
9. Njoya, A., Ngo Tama, A.C. & Bouchel, D., 1993. Note de présentation du suivi zootechnique de l'élevage en milieu paysan du Nord et de l'Extrême-Nord du Cameroun. Atelier d'échange et de formation PGII. Maroua, Cameroun.
10. Okello, K.L., 1985. A survey on the productivity and functions of goats in Uganda. In Small ruminants in african agriculture. Proc. of Conf. ILCA. Addis Ababa, Ethiopia.
11. Okello, K.L., & Obwolo, M.J., 1984. Uganda: A review of the potentialities of goat production. World Animal Review **53**: 27-32.
12. Vallerand, F., 1979. Réflexion sur l'utilisation des races locales en élevages africain. Exemple du mouton Djallonké dans les conditions physiques et sociologiques du Cameroun. Thèse Doc. Ing., Toulouse n° 71.
13. Vallerand, F. & Branckaert, R., 1975. La race ovine Djallonké au Cameroun: potentialités zootechniques, conditions d'élevage, avenir. Rev. Elev. Med. Vet. Pays Tropicaux **28** (4): 523-545.
14. Zakara, O., 1985. Small ruminants in Niger. In Small ruminants in african agriculture. Proc. of Conf. ILCA. Addis Ababa, Ethiopia.

D. Abba, Camerounais, Ir. agronome, Ph. D. en agriculture de l'Université de Londres. Chargé de recherche, Chef de la station IRZV de Maroua au Cameroun.

Ovine Toxoplasmosis in Suriname and its Possible Impact on Human Infection

P. Bastiaensen¹ & P. Dorny^{2*}

Keywords: *Toxoplasma gondii* - Ovine toxoplasmosis - Sheep - Zoonosis - Suriname.

Summary

This paper reports on the results of a serological survey on toxoplasmosis of sheep in the district of Commewijne, Suriname. A modified agglutination test showed the presence of specific IgG antibodies to Toxoplasma gondii in 67% of the 106 samples examined. The seroprevalence was not affected by the origin of the samples, the sex and the breed of the sheep and neither by the presence or absence of cats on the premises. It appears from earlier work that an important proportion of the human population in Suriname is seronegative and thus susceptible to this disease. The results of this survey on sheep are discussed with regard to the zoonotic properties of the disease.

Résumé

Dans cet article les résultats d'une enquête sérologique de la toxoplasmose ovine dans le district de Commewijne, au Suriname, sont décrits. A l'aide d'un test d'agglutination modifié, la présence d'anticorps spécifiques IgG, dirigés contre Toxoplasma gondii a été démontré dans 67% des 106 échantillons utilisés. La séroprévalence n'était pas influencée par l'origine des échantillons, le sexe ou la race des moutons, et la présence ou l'absence des chats dans les élevages. Il a été montré dans des études antérieures qu'une proportion importante de la population humaine au Suriname est séronégative et donc susceptible à cette infection. Les résultats de cette enquête sont mis en rapport avec le caractère zoonotique de cette maladie.

Introduction

Toxoplasma gondii (Nicolle and Manceaux, 1908) is a protozoan parasite of the family of the *Sarcocystidae* which occurs world-wide amongst mammals and birds. The definitive hosts are the cat (*Felis catus*) and other felidae, while due to little host specificity nearly all mammals (including man) and birds can be infected as intermediate hosts (10). The importance of toxoplasmosis lies above all in its zoonotic properties. Infection of pregnant women can cause severe congenital damage of the foetus, infection in adults can cause fever and lymphadenitis (4), while in immunodeficient patients reactivation of chronic infections can cause generalised and life-threatening infections (7). Toxoplasmosis in small ruminants is one of the predominant causes of infective abortion (4). The aim of this trial was to investigate the extent of ovine toxoplasmosis in the district of Commewijne, Suriname and to analyse the results with regard to the zoonotic potential, using the available information regarding the seroprevalence of toxoplasmosis in humans in Suriname.

Material and methods

The survey was carried out between February and September 1994 in the district of Commewijne, a rural area, east of the capital Paramaribo. In this district

sheep are reared in small herds, on a non-economical basis, without (improved) pastures, supplemental feeding, regular worm-drenching or other management measures. Therefore, technical results are bad, production output being low, disease and mortality high. According to a recent survey-report on small ruminants in Suriname (3), 262 sheep are being reared in Commewijne, which represents 3% of the national herd, estimated at 8425 sheep.

Blood samples of 106 sheep of both sexes of the local Creole-sheep and the regional Barbados Black Belly breed were taken by jugular puncture. Eighty-seven jugular blood samples were taken on 12 different sheep farms in the district, while the remaining 19 samples were collected at the Paramaribo abattoir. Only animals over 6 months old were sampled, as passively acquired antibodies may persist until the lambs are 5 months old (5). The blood was collected in silicone-coated tubes and cooled to 8°C as soon as possible. After coagulation and clot-retraction, the serum was transferred to cryopreservation tubes, whereafter these samples were frozen at -20°C. Each farmer was asked whether he/she owned a cat or several cats and/or whether (stray) cats would roam on the premises.

¹ Veterinary Services Eastern regions. Ministry of Agriculture, Animal Husbandry and Fisheries, Paramaribo - Suriname. (present address: C.P. 828, São Tomé e Príncipe)

² Department of Animal Health and Production, Prince Leopold Institute of Tropical Medicine, Nationalestraat, 155, B-2000 Antwerpen.

* corresponding author

Received on 01.03.97 and accepted for publication on 20.05.97.

Table 1
Seroprevalence of toxoplasmosis in sheep in the Commewijne district in Suriname

| Sheep | | N tested | N positive at $\geq 1:40$ | % |
|--------------------|---------------------|----------|---------------------------|-----|
| Origin | Alkmaar | 9 | 2 | 22% |
| | Jagtlust | 18 | 13 | 72% |
| | Marienburg | 30 | 23 | 77% |
| | Meerzorg | 30 | 22 | 73% |
| | Paramaribo Abattoir | 19 | 11 | 58% |
| Sex | Ram | 15 | 7 | 47% |
| | Ewe | 86 | 60 | 70% |
| Breed ¹ | Criollo | 71 | 52 | 73% |
| | BBB | 35 | 19 | 54% |
| Cat(s) on premises | Yes | 43 | 27 | 63% |
| | No | 44 | 33 | 75% |
| Total | | 106 | 71 | 67% |

¹Criollo: local breed of the Guyana's and Venezuela
BBB: Barbados Black Belly (imported)

Antibodies against *T. gondii* were determined using the commercially available Toxo-ScreenTM DA-test (Toxo-Screen DA, Bio-Mérieux, Marcy l'Etoile, France), a direct agglutination test for the detection of IgG antibodies against *T. gondii*. Each sample was tested at a 1/40, 1/400 and 1/4000 dilution. A sample was considered negative if no agglutination occurred in any of the dilutions tested.

The effects on seroprevalence of sex and breed of sheep, the origin of the samples, and the presence of cats on the premises, were analysed using Chi-square tests.

Results

The results, summarised in Table 1, indicate that 71 out of 106 samples (67%) contained IgG antibodies against *Toxoplasma*. Twenty-four samples gave positive results at 1:40, 12 were positive at 1:400 and 35 were positive at 1:4000.

Seropositive animals were found in all 12 sampled flocks.

None of the observed differences between the parameters involved (origin of the samples, sex, breed or the

presence/absence of a cat or cats on the farm), were significant at $P \leq 0,05$.

Discussion

The results of the serological screening show that a large percentage of adult sheep are infected with *T. gondii* (67%). The modified agglutination test used in this study is known to be one of the most sensitive and specific tests for *Toxoplasma*, comparable with the dye test (6). Modified agglutination titres are generally even higher than those of the dye test but as high titres may persist for more than a year post-infection they are not always indicative of recent infection (6). These results indicate that a considerable percentage of marketed mutton contains tissue-cysts and that the handling and especially the consumption of raw or scarcely cooked sheep meat represents a danger for susceptible humans such as pregnant women and immunocompromised patients.

Data on the prevalence of toxoplasmosis in man in Suriname are scarce. Bendter-Leysner (1) reviewed several occasional demographic screenings and routine hospital screenings for the period 1967-1981. An overview of these results is given in Table 2. These data reveal a relatively low seroprevalence of toxoplasmosis, especially in the endangered group of young women between 20 and 39 years of age. An overview of this group is given in Table 3. In Western Europe seroprevalence before pregnancy varies from 75% (France), 53% (Belgium) to 25% (Scotland, UK) (4).

It is surprising that even in townships with bad hygienic infrastructure (sewers, roads, drinking water facilities) and high population density as the Combé-township prevalence would remain at a level of merely 14% seropositives. Several factors may explain this apparent limited risk of transmission and infection. Firstly, cats are not as abundant in Suriname as they are in other parts of the world. Due to religion and/or superstition, lots of people consider cats to be animals of evil and darkness, thus unwanted on their premises. Wherever domesticated cats are kept, the contacts between owner and cat are scarce. Cats always roam (and sleep) outdoors and there is certainly no use of indoor cat-litters, which would appear to limit the contact with cat-excreta. Secondly, nor Javanese, nor Creole, nor Chinese, nor (Amer-) Indian cooking-habits include the consumption of uncooked or scarcely cooked meat.

Table 2
Overview of toxoplasmosis seroprevalence in women at risk in Suriname (1967-1981)

| Screening | Year | Area | Test-group | Samples (N) | Test | Threshold titer | % positives |
|-----------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------|------|-----------------|-------------|
| Malaria-campaign | 1976 | Billiton Mine | 20-39 yrs | 14 | IFAT | 1:64 | 42% |
| | | Ma Retraite | 20-39 yrs | 22 | IFAT | 1:64 | 50% |
| | | Alalaparoe | 20-39 yrs | 28 | IFAT | 1:64 | 67% |
| | | Kambalowa | 20-39 yrs | 14 | IFAT | 1:64 | 7% |
| | | Coronie-district | 20-39 yrs | 6 | IFAT | 1:64 | 50% |
| | | Nickerie-district | 20-39 yrs | 30 | IFAT | 1:64 | 93% |
| M.W.I. | 1979-1982 | Maternity | Women (age?) | 1998 | IFAT | 1:100 | 22% |
| Total Weighed average | | | | 2112 | | | 24% |

Source: J.M. Bendter-Leysner (1985) (1)

IFAT = Immunofluorescent antibody test

M.W.I. = Medisch Wetenschappelijk Instituut

Table 3
Overview of the surveys on the seroprevalence of toxoplasmosis in man in Suriname (1967-1981)

| Screening | Year | Area | Test-group | Samples (N) | Test | Threshold titer | % positives |
|-------------------|-----------|---------------------------|----------------------------|-------------|------|-----------------|-------------|
| De Roever-Bennett | 1967 | ? | ? | 800 | ? | ? | 21% |
| M.W.I. | 1975-1976 | ? | ? | 100 | IFAT | 1:64 | 37% |
| | | | | | SFDT | 1:64 | 33% |
| Malaria-campaign | 1976 | Billiton Mine | Random | 37 | IFAT | 1:64 | 40% |
| | | Ma Retraite | Random | 59 | IFAT | 1:64 | 42% |
| | | Saramacca-district | Schoolchildren 5-10 yrs | 100 | IFAT | 1:64 | 31% |
| | | Alalaparoe | Trio-Indians | 100 | IFAT | 1:64 | 36% |
| | | Kambalowa | Negroids | 82 | IFAT | 1:64 | 25% |
| | | Coronie-district | Random | 123 | IFAT | 1:64 | 46% |
| | | Nickerie-district | Random | 57 | IFAT | 1:64 | 87% |
| M.W.I. | 1979-1982 | Maternity | Women | 1998 | IFAT | 1:100 | 22% |
| Filaria-campaign | 1979-1981 | Combé and Tourtonnelaan | Random | 623 | IFAT | 1:100 | 14% |
| | | Zorg & Hoop and Abrabroki | Random | 89 | IFAT | 1:100 | 10% |

Source: J.M. Bendter-Leysner (1985) (1)
 IFAT = Immunofluorescent antibody test

M.W.I. = Medisch Wetenschappelijk Instituut
 SFDT = Sabin Feldman dye test

Meat is always thoroughly cooked, baked or roasted which destroys tissue cysts of *T. gondii* (4). Moreover, mutton in Suriname can be considered an exceptionally expensive meat (2) and is therefore in no way a classic ingredient of Surinamese dishes.

Although the risk of infection by *T. gondii* might not appear to be very elevated, the fact remains that a large percentage of the susceptible population (young women) are at risk and that standard serological screening of pregnant women and monitoring of seronegative pregnant mothers is failing. Moreover one should not underestimate the importance of toxoplasmosis with regard to AIDS. In several African countries, cerebral toxoplasmosis has become a major manifestation of AIDS in adults. In France, toxoplasmic encephalitis (TE) occurs in 30-40% of all AIDS patients (7). In a situation of social and economic distortions to which Suriname is subject, one can not exclude that (illegal) slaughtering and consumption of sheep and goat might drastically increase as meat prices of beef and poultry become increasingly expensive.

As a (first) precautionary measure, one should encourage consumers to clear all meat (goat or sheep) of cysts before consumption. This can be done by heating (15 to 20 minutes at 60°C or 5 minutes at 160 to 170°C) or freezing (at least 3 days at -15 to -20°C) (8). The handling of raw meat, as well as the consumption

of raw goat milk (9) and agricultural work or gardening should be prohibited for any pregnant woman (4). Although direct contact with cats is not the most common mode of infection, handling of cats (and certainly cat litter) should be avoided at all times.

Acknowledgements

The author would like to acknowledge the technical and financial assistance provided by several institutions and by their staff, in particular Prof. Dr. J. Vercruyse and Mrs. L. Braem at the Parasitology Department, University of Ghent (Belgium), Prof. Dr. B. Oostburg and Mrs. H. Noordpool at the Medical Scientific Institute, Paramaribo (Suriname), Drs. R. Lieuw A Joe, Drs. E. Rosenblad and Dr. L. Bansse-Issa of the Central Laboratory, Veterinary Services, Paramaribo (Suriname) and Mr. Sw. Mohan and Mr. P. Pinas of the Veterinary Services in the Commewijne-district (Suriname). Special thanks to Mrs. J.M. Bendter-Leysner for her excellent review on human toxoplasmosis in Suriname. This trial was carried out within the framework of the Belgian-Surinamese technical assistance program between the Ministry of Agriculture, Animal husbandry and Fisheries (Suriname) and the Flemish Organisation for Development Cooperation and Technical Assistance (WVOB) Belgium.

Literature

- Bendter-Leysner, J.M., 1985. Toxoplasmosis in Suriname 1967-1981. Thesis IOL., Paramaribo, Suriname, p.5.
- De La Marche & L., Mingoen S., 1993. Jaaroverzicht van het totaal van geregistreerde slachtingen in Suriname in 1992; Report of the Ministry of Agriculture, Animal Husbandry and Fisheries, p. 20.
- De Meza Ch., Munoz H., Tijen Foh R. & Van Ravenswaay R., 1993. Sheep Production in Suriname: A Survey Report; IICA - Report, p. 9.
- Dorny, P., 1987. Toxoplasmosis. Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, **56**, 170-198.
- Dorny P., Casman C., Sani R. & Vercruyse J., 1993. Toxoplasmosis in goats: a sero-epidemiological study in Peninsular Malaysia. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, **87**, 407-410.
- Dubey J.P. & Beattie C.P., 1988. Toxoplasmosis of animals and man. CRC Press, Boca Raton, pp. 288.
- Gross U., 1996. *Toxoplasma gondii* Research in Europe. Parasitology Today, **12**, 1-4.
- Jacobs L., Remington J.S. & Melton M.L., 1960. The resistance of the encysted form of *T. gondii*. Journal of Parasitology, **46**, 11-21.
- Riemann H.P., Meyer M.E., Theis J.H., Kelso G. & Behymer D.E., 1975. Toxoplasmosis in an infant fed unpasteurized goat milk. Journal of Pediatrics, **87**, 573-576.
- Soulsby E.J.L., 1982. Helminths, Arthropods and Protozoa of Domestic Animals, Baillière Tindall, London, 7th ed., p. 670-682.

P. Bastiaensen: Belgian, Dr. in Veterinary Medicine (DVM) (Ghent, Belgium). Expert E.C.

P. Dorny: Belgian, Dr. in Veterinary Medicine (DVM) (Ghent, Belgium). Researcher at the Department of Veterinary Medicine of the Prins Leopold Institute of Tropical Medicine in Antwerp.

Consommation de produits laitiers dans les centres urbains de Burkina Faso¹

F. Goossens*, S. Issoufou** & E. Tollens***

Keywords: Consumption - Milk and dairy products - Burkina Faso - Ouagadougou - Bobo-Dioulasso - Sample survey - Demand for milk

Résumé

En équivalents lait, la consommation de lait et de produits laitiers dans les centres urbains de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso s'élevait à 12,4 kg par personne et par an en octobre 1995, dont 10,54 kg ou 85% provenaient des importations. La consommation locale ne comprend que le lait cru local (1,5 kg) et le lait caillé (0,38 kg). Avant la dévaluation du F.CFA, la consommation de lait par habitant en équivalents lait était de 22,1 litres par an en zone urbaine, dont 91% de produits importés. L'impact de la dévaluation a entraîné une diminution d'environ 50% des importations en équivalents lait. Le comportement d'achat du ménage est déterminé par le revenu, le nombre et l'âge des membres du ménage (surtout le nombre d'adultes et d'enfants de moins de 8 ans).

Summary

The consumption of milk and dairy products, in milk equivalents, in the urban centers of Ouagadougou and Bobo-Dioulasso was 12,4 kg per person and per year in October 1995, of which 10,54 kg or 85% came from imports.

Consumption of local production comprises only local raw milk (1,5 kg) and curdled milk (0,38 kg). Before the F.CFA devaluation, per capita milk consumption in milk equivalents was 22,1 liters per year in urban areas, of which 91% was imported. The impact of the devaluation was a decrease of imports in milk equivalents of about 50%. The buying behavior of households is determined by income and the number and age of household members (especially the number of adults and children below 8 years).

Introduction

La population urbanisée du Burkina Faso s'élevait à 14% de la population totale en 1991 (1), dont 90% dans les villes de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso, soit respectivement 881.000 et 338.000 habitants. On prévoit que la population urbaine doublera dans les dix années à venir. L'approvisionnement en aliments protéiques de la population urbaine sera primordiale. Cet article décrit le comportement du consommateur urbain vis-à-vis les produits laitiers, produits importants pour une nutrition équilibrée.

Approche méthodologique

Des enquêtes par sondage auprès des consommateurs ont été organisées dans ces villes en novembre 1995 avec l'aide de la Société d'Ingénieurs-Conseils Burkinabè Sahel Consult. Il était demandé aux ménages d'estimer les quantités et les dépenses pour le lait et les produits laitiers durant le mois précédent, ainsi que de mentionner leurs habitudes d'achat. L'échantillon de ménages enquêtés était de 190 à Ouagadougou et de 120 à Bobo-Dioulasso, soit 310 au total, choisis de façon aléatoire. Une stratification ex post a eu lieu sur base des revenus.

Les quantités et les dépenses

En équivalents lait, la consommation de lait et de produits laitiers dans les centres urbains de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso en octobre 1995 s'élevait à 6,88 kg par ménage et par mois, soit 1,03 kg par personne et par mois, soit 12,4 kg par personne et par an, dont 10,54 kg ou 85% proviennent des importations (tableau 1). La consommation de produits locaux ne comprend que le lait cru local (1,5 kg par personne et par an) et le lait caillé (0,38 kg par personne et par an). A titre de comparaison, selon Metzger (2), la consommation de lait par habitant en équivalents lait - avant dévaluation - était de 22,1 litres par an en zone urbaine, dont 91% de produits importés, soit 20,1 litres. La dévaluation a eu comme conséquence une diminution de 50% des importations en équivalents lait. La surévaluation du F.CFA a longtemps constitué une véritable prime à l'importation de produits laitiers. Les importations ont repris un an après.

Les dépenses pour les produits laitiers dans ces centres urbains s'élèvent à 3 128 F.CFA par mois et par ménage (tableau 1), dont en ordre décroissant d'importance: 54,3% pour le lait concentré (dont 46,0% pour le lait concentré sucré et 8,6% pour le lait concentré non sucré), 19,9% pour la yaourt, 15,7% pour le

¹ Cet article est basé sur une étude entreprise en 1995 par les auteurs pour la Compagnie Jules van Lancker (JVL) et Sahel Consult, dans le cadre du Programme Sectoriel d'Appui à l'Elevage (PSAE - Villème FED) du Ministère Délégué chargé des Ressources Animales - Secrétariat Permanent de la Coordination de la Politique de développement de l'Elevage. Les opinions émises dans cet article sont celles des auteurs; elles n'engagent en rien la responsabilité du Gouvernement burkinabè, ni la Compagnie JVL.

Tableau 1
Consommation mensuelle moyenne de lait et de produits laitiers à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso en novembre 1995 par ménage

| Produit | Dépense F.CFA | Consommation | | | % des ménages qui achètent |
|--------------------------|------------------|---------------|-------------|---------------|----------------------------------|
| | | Prix F.CFA | Poids kg | Eq.lait kg | |
| Lait concentré sucré | 1 440 | 936 | 1.54 | 3.388 | 58.2% |
| Lait concentré non sucré | 270 | 1 010 | 0.267 | 0.588 | 18.6% |
| Lait UHT | 3 | 500 | 0.006 | 0.006 | 0.2% |
| Lait caillé | 47 | 220 | 0.214 | 0.214 | 7.7% |
| Lait pasteurisé | 9 | 500 | 0.018 | 0.018 | 0.9% |
| Lait cru local | 218 | 261 | 0.835 | 0.835 | 17.9% |
| Lait en poudre | 493 | 2 526 | 0.208 | 1.602 | 21.2% |
| Yaourt artisanal | 270 | 2 000 | 0.135 | 0.135 | 20.7% |
| Yaourt industriel | 342 | 5 000 | 0.067 | 0.067 | 26.5% |
| Yaourt importé | 11 | 4 800 | 0.002 | 0.002 | 0.2% |
| Fromage | 25 | 5 000 | 0.005 | 0.034 | 0.8% |
| Total | 3 128 | | | 6.889 | 100% |

Source: enquêtes

lait en poudre, 7,0% pour le lait local cru et 1,5% pour le lait caillé, moins que 1% pour le fromage, moins que 0,5% pour le lait pasteurisé et UHT ensemble. Le marché du yaourt comprend trois formes, à savoir le yaourt artisanal, industriel local et importé, pour lesquels les dépenses par mois et par ménage s'élèvent respectivement à 270 F.CFA, à 336 F.CFA et à 11 F.CFA. (Taux de change en novembre 1995: 100 FCFA = 1 FF)

Caractéristiques du ménage et la consommation du lait

Les circuits de commercialisation de produits locaux et importés sont organisés principalement autour et dans les centres urbains. Le revenu monétaire annuel par ménage rural de 80.000 F.CFA à 125.000 F.CFA en moyenne (3) implique que le marché rural pour le lait et les produits laitiers importés est petit, pour ne pas dire inexistant, bien qu'il y ait une consommation de lait local qui est même importante dans les ménages d'éleveurs. Le revenu urbain moyen par ménage se situe entre 550.000 et 750.000 F.CFA par an. Ceci permet la consommation de produits laitiers en quantités considérables à condition que ces produits restent d'un prix abordable pour le consommateur, et donc d'une valeur ajoutée limitée (entre autres un emballage simple), faciles à conserver (sans réfrigérateur), disponibles en petites unités et aux points de vente fréquentés par la majorité de la population, c'est-à-dire à travers le secteur informel. Le lait concentré et le lait en poudre répondent à ces contraintes et sont d'ailleurs des produits de haute qualité. Le fromage coûte trop cher et il est difficile à conserver. Il est au moins partiellement remplacé par le yaourt dans les habitudes de consommation. Aussi le lait UHT, le lait pasteurisé, le beurre et la crème sont relativement chers et sont difficiles à conserver, ce qui conduit à une pénétration limitée. Ensuite, il y a des substituts. Le lait en poudre et le lait concentré remplacent le lait UHT et le lait pasteurisé. Le beurre est remplacé par la margarine, qui coûte moins cher et qui est plus facile à conserver. Le lait local et le lait caillé, ainsi que le yaourt, sont difficiles

Tableau 4
Equations économiques: relation entre les dépenses pour certains produits laitiers d'une part et le revenu et la composition du ménage d'autre part

| Dépenses | Intercept | Revenu | enfants -8 ans | enfants 8-14 ans | adultes | dépenses | dépenses | |
|--|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|
| 1 Produits laitiers | 1743,547 (3,91) | 0,02626 (9,43) | | | | | | R ² =0,22 F=89 |
| 2 Produits laitiers | 628,951 (1,3) | 0,0229 (8,2) | 801,185 (4,7) | -20,883 (-0,14) | 160,742 (2,1) | | | R ² =0,30 F=33 |
| 3 yaourt 100000 - 200000 FCFA | 907,573 (1,34) | 0,0012 (0,30) | 88,35 (0,91) | -261,79 (-3,22) | -12,67 (-0,28) | | | R ² =0,09 F=3 |
| 4 yaourt +200000 FCFA | -4029,46 (-1,33) | 0,0139 (1,16) | 696,05 (2,78) | 518,34 (2,31) | 117,06 (1,17) | | | R ² =0,27 F=6 |
| 5 lait concentré sucré | 654,49 (1,86) | 0,0103 (4,94) | | | 151,00 (2,66) | 0,514 (4,93) | conc. non sucré | R ² =0,16 F=19 |
| 6 lait concentré | 314,06 (0,85) | 0,0109 (5,17) | 372,65 (2,91) | 45,81 (0,41) | 142,07 (2,41) | | | R ² =0,17 F=16 |
| 7 lait concentré -100000 FCFA | 181,43 (0,29) | 0,0241 (2,55) | 360,12 (2,46) | -47,203 (-0,34) | -10,518 (-0,14) | | | R ² =0,13 F=5 |
| 8 lait concentré 100000-200000 FCFA | 732,70 (0,51) | 0,0052 (0,61) | 166,81 (0,81) | -77,368 (-0,45) | 284,54 (2,97) | | | R ² =0,09 F=2 |
| 9 lait concentré +200000 FCFA | -872,816 (-0,21) | 0,0133 (0,80) | 761,91 (2,21) | 578,34 (1,87) | 61,99 (0,45) | | | R ² =0,27 F=6 |
| 10 lait en poudre | 303,976 (1,15) | 0,0100 (6,36) | 268,796 (2,88) | -98,372 (-1,22) | -16,444 (-38,7) | -0,1978 (-4,724) | -0,0676 (-1,015) | R ² =0,16 F=10 |

Tableau 2

Dépenses mensuelles moyennes en milieu urbain pour le lait et les produits laitiers selon le niveau des revenus pour un ménage de 6,7 personnes en novembre 1995 (F.CFA par mois)

| Niveau des revenus du ménage | < 30000 | 30000-50000 | 50000-75000 | 75000-100000 | 100000-150000 | 150000-200000 | 200000-250000 | + 250000 | Moyenne pondérée |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-------------|------------------|
| Lait conc. sucré | 500 | 1177 | 1944 | 2166 | 2468 | 2574 | 3512 | 3977 | 1440 |
| Lait conc. non sucré | 187 | 184 | 224 | 338 | 259 | 444 | 729 | 969 | 270 |
| Lait UHT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 12 | 103 | 3 |
| Lait caillé | 56 | 27 | 32 | 134 | 7 | 38 | 85 | 82 | 47 |
| Lait local | 139 | 205 | 253 | 355 | 239 | 279 | 329 | 269 | 218 |
| Lait en poudre | 0 | 415 | 401 | 786 | 1227 | 1769 | 1326 | 2289 | 493 |
| Lait pasteurisé | 0 | 0 | 19 | 37 | 0 | 8 | 93 | 0 | 9 |
| Yaourt artisanal | 200 | 427 | 246 | 183 | 139 | 14 | 156 | 97 | 270 |
| Yaourt indust.local | 92 | 219 | 436 | 659 | 576 | 626 | 1091 | 1832 | 342 |
| Yaourt importé | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 130 | 110 | 176 | 176 |
| Total yaourt | 292 | 646 | 682 | 842 | 715 | 770 | 1357 | 2105 | 624 |
| Fromage | 0 | 0 | 0 | 23 | 32 | 16 | 0 | 114 | 25 |
| Crème | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Total | 1174 | 2654 | 3555 | 4681 | 4947 | 5927 | 7443 | 9908 | 3128 |
| Beurre et margarine | 167 | 127 | 303 | 380 | 413 | 704 | 653 | 1389 | 261 |

Sources: enquêtes

à conserver, ce qui implique une distribution en petites unités pour la consommation journalière.

La relation entre le revenu et les dépenses pour les produits laitiers est présentée dans l'équation 1 (tableau 4). Les valeurs basses des coefficients de détermination (R^2) ne sont pas inquiétantes pour des données issues d'enquêtes de ce type. Les valeurs t et F sont généralement élevées, ce qui indique un degré élevé de confiance statistique. Les dépenses pour les produits laitiers sont fonction du revenu du ménage, du nombre d'enfants de moins de 7 ans et du nombre d'adultes. Le nombre d'enfants de 8 à 14 ans a un impact négatif sur les dépenses (équation 2). Une stratification selon le revenu (tableau 2) est intéressante:

- dans les ménages qui gagnent moins de 100.000 F.CFA par mois, on dépense plus pour le lait concentré, le yaourt et le lait en poudre si le revenu augmente et en fonction du nombre d'enfants de moins de 8 ans, mais moins pour chaque membre supplémentaire de plus de 7 ans dans la famille; ils n'ont pas assez d'argent pour acheter ces produits laitiers pour chaque membre (équation 7);
- dans les ménages qui gagnent entre 100.000 et 200.000 F.CFA par mois, on suit largement la même stratégie, qui est encore plus prononcée (équations 3 et 8);
- dans les ménages qui gagnent plus de 200.000 F.CFA par mois, les dépenses pour le yaourt, le lait concentré et le lait en poudre sont fonction du nombre de membres, et surtout du nombre d'enfants; il n'y a plus de contrainte financière (équations 4 et 9).

Le lait concentré sucré et non sucré sont des substituts (équation 5). Le lait en poudre est un substitut pour le lait concentré et le yaourt (équation 10).

La population urbaine est composée d'une trentaine de groupes ethniques. Ceux originaires des régions dans lesquelles l'élevage bovin est traditionnellement développé sont classés dans le groupe 1 (Touareg,

Mossi, Gourmantché, Yansé, Songhai, Samo, Marka, Dioula, Senoufo, Gouroussi, Peulh). Ceux originaires des régions dans lesquelles l'élevage bovin n'est pas ou peu développé font partie du groupe 2 (Lobi, Dagara, Birifor, Gan, Komono, Vigue, Bisa, Samogho, Sembla, Bolon, Yarse, Bobofing, Bwaba, Pougouli, Tourka, Gouin, Tussian, Tyefo). Le montant global des dépenses des deux groupes ne diffère pas, mais la structure des dépenses diffère de façon significative. Groupe 1 dépense beaucoup plus pour le lait caillé (1,2% des dépenses versus 0,3%), le lait local (5,3% versus 2,8%) et le lait en poudre (22,3% versus 13,6%), utilisé pour la reconstitution du lait. Groupe 2 dépense plus d'argent pour le yaourt (19,9% versus 12,4%) et le lait concentré sucré (45,3% versus 39,8%).

Une analyse par produit

Dans la catégorie lait de consommation, le prix de vente au détail au litre varie entre 182 F.CFA pour le lait reconstitué sur base de poudre (vendu en sacs de 25 kg) et 725 F.CFA pour le lait stérilisé. Il est de 250 à 350 F.CFA pour le lait cru local, de 500 F.CFA pour le lait UHT. Le problème de la demande pour le lait local vis-à-vis du lait reconstitué est un problème de prix, de qualité, de la régularité des ventes et du nombre restreint des points de vente. Huit à 10% de la population, dans toutes les catégories de revenus est acheteur du lait local. Ils aiment le goût spécifique. La fréquence d'achat dépend du niveau des revenus: plutôt une fois par semaine ou quinzaine pour les revenus les plus bas, presque chaque jour pour les revenus moyens et élevés. Les invendus de lait frais sont vendus sous forme de lait caillé, un "lait fermenté" à un prix plus bas. La fermentation est un processus de standardisation et augmente la durée de conservation. Les achats de lait UHT, importé à 100%, et de lait pasteurisé se font à partir d'un revenu mensuel par ménage de 150.000 F.CFA. Il s'agit de moins de 3% des ménages dans cette catégorie de revenus.

La consommation du yaourt importé est négligeable et se manifeste à partir d'un revenu de 150.000 F.CFA par mois. Le yaourt artisanal est fabriqué sur base du lait en poudre et distribué par le secteur informel. C'est un yaourt blanc, parfois aromatisé avec de la vanille. Un bout de pain avec une tasse de yaourt forment un repas populaire auprès de la population urbaine. Ce yaourt remplace le fromage. La qualité tant nutritive qu'hygiénique est très variable. Il est surtout consommé par environ 25% des ménages qui gagnent moins de 50.000 F.CFA par mois, mais par moins de 7% des classes ayant des revenus dépassant 150.000 F.CFA. Au fur et à mesure qu'on gagne plus, le yaourt artisanal est remplacé par le yaourt industriel local. Ce dernier est consommé par 18% au moins des ménages qui gagnent moins de 50.000 F.CFA et par 44% des ménages qui gagnent plus de 250.000 F.CFA par mois.

Le Burkina Faso marque une préférence pour le lait concentré, sucré ou non. Ce produit vient en tête des importations de produits laitiers, avec 47% des importations en équivalents lait en 1994. Les utilisations vont dans le même sens que pour la poudre: café au lait, alimentation des enfants, sucrage et épaississement des multiples variantes de bouillies préparées en circuit informel, même du lait concentré sur le pain. Le lait concentré sucré est régulièrement acheté par environ 60% des ménages dans toutes les catégories de revenu. La fréquence et la quantité achetée par contre diffèrent fort en fonction du revenu. Ceux qui gagnent 50.000 F.CFA par mois, dépensent environ 1.200 F.CFA (une boîte d'un kilo) par mois. Ceux qui gagnent plus de 250.000 F.CFA par mois, dépensent presque 4.000 F.CFA par mois, soit une boîte d'un kilo par semaine. Les ménages les plus pauvres dépensent environ 500 F.CFA pour l'achat d'un demi kilogramme par mois. Le lait concentré non sucré en boîte de 170 g est populaire auprès des bas revenus à cause de la basse barrière financière. Le lait concentré sucré par contre n'est disponible qu'à partir de 397 g la boîte.

Le lait en poudre permet d'obtenir 1 litre de lait reconstitué à un prix qui est de 30 à 50% moins élevé que le prix d'un litre de lait frais. En plus, le "consumer convenience" est élevé: il s'agit d'un produit de haute qualité, standardisé, facile à conserver. Le lait en poudre en sacs de 25 kg est vendu aux femmes dans le secteur informel pour fabriquer du yaourt, des bouillies, du lait caillé, du dégué. Souvent, le lait en poudre est reconditionné en sachets de 500 g et de 1.000 g, pour augmenter l'accès des plus faibles revenus.

Elasticités-revenu et élasticité-prix

L'élasticité-revenu des dépenses pour les produits laitiers est de 0,56 pour toute la courbe de revenu (tableau 3). Pour la catégorie de <100.000 F.CFA par ménage, elle est de 1,00 (valeur t: 6,47). Une élasticité-revenu de "1" pour la catégorie de revenu la plus basse, indique que la population achète des produits laitiers pour une certaine somme monétaire, et n'achète pas une certaine quantité. Si le salaire est doublé, on achète le double, si le salaire baisse de 50%, on n'achète que la moitié.

Tableau 3
Elasticités-revenu de la demande pour le lait et les produits laitiers dans le milieu urbain au Burkina-Faso (1995)

| | bas | moyen | élevé | total |
|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| Lait concentré sucré | 0,86 | 0,26 | -0,11 | 0,50 |
| Lait concentré non sucré | 0,93 | 2,34 | -1,41 | 0,69 |
| Total lait concentré | 0,87 | 0,66 | -0,75 | 0,49 |
| Lait local | 0,82 | 0,57 | 1,40 | 0,49 |
| Lait caillé | 0,35 | 2,28 | -5,55 | 0,64 |
| Lait en poudre | 0,23 | 0,77 | 2,22 | 0,39 |
| Yaourt artisanal | 0,12 | -0,62 | 0,35 | 0,10 |
| Yaourt industriel local | 0,88 | 0,39 | 1,51 | 0,60 |
| Yaourt industriel importé | | | | -0,29 |
| Total yaourt | 0,56 | 0,52 | 1,87 | 0,46 |
| Fromage | - | 4,71° | - | 1,75° |
| Dépenses lait | 1,00 | 0,64 | 0,37 | 0,56 |
| Beurre et margarine | 0,66 | -0,30 | 1,13 | 0,34 |

bas: revenu de moins de 100 000 F.CFA par ménage et par mois.
moyen: revenu de 100 000 à 200 000 F.CFA par ménage et par mois.

élevé: revenu de plus de 200 000 F.CFA par ménage et par mois.

° nombre très limité d'observations.

Sur base des importations, on arrive à une élasticité-prix de -1.18 pour le lait en poudre, -0,89 pour le lait concentré sucré. Il en suit que l'élasticité-prix des produits de base se situe autour de -1, indiquant de nouveau que l'on achète des produits laitiers pour un certain montant et que l'on n'achète pas une certaine quantité. Il y a donc un besoin de petites unités de vente afin d'améliorer l'accès des masses populaires aux marchés des produits laitiers.

Les ménages, gagnant moins de 100.000 F.CFA par mois, achètent le lait concentré et le lait local cru en fonction du revenu: les élasticité-prix sont respectivement de + 0,87 et + 0,86. Les dépenses pour le lait en poudre (0,23) et le yaourt artisanal (0,12) sont relativement inélastiques. Il existe une consommation de base qui est relativement invariable en fonction du revenu pour ces deux produits. Au fur et à mesure qu'on gagne plus, on achète le yaourt industriel local (0,88) avec ses additifs spécifiques (arôme, couleur). Dans l'intervalle des revenus de 100.000 F.CFA à 200.000 F.CFA par ménage, il n'y a pas mal de changements et de substitutions. D'abord, l'élasticité-revenu du yaourt artisanal est de -0,62, celle du yaourt industriel de 0,39, indiquant que le yaourt artisanal est remplacé par la forme industrielle locale au fur et à mesure que le revenu augmente (tableau 3). Ensuite, on complète le panier des achats par le lait concentré non sucré. Le lait concentré non sucré à une élasticité élevée de 2,34, la forme sucré de 0,26: les achats pour le premier augmentent plus vite que pour l'autre. Pour les revenus dépassant 200.000 F.CFA par mois, les dépenses pour les produits laitiers sont relativement inélastiques: 0,37 (tableau 3). Ils n'augmentent plus tellement en fonction du revenu. On achète surtout en fonction des besoins. Ensuite, il y a plusieurs substitutions: les dépenses pour les formes concentrées diminuent (élasticité-revenu: -0,75), celles pour le lait local (1,40), lait pasteurisé, lait UHT augmentent. On remplace les formes concentrées par un

assortiment plus large de lait de consommation, et surtout des formes qui sont plus difficiles à conserver. Ces ménages disposent de frigos. L'élasticité-revenu pour le lait caillé est négative: -5,55, indiquant que cette catégorie abandonne la consommation. Les dépenses pour le yaourt augmentent (1,87), aussi bien pour le yaourt artisanal (0,35), mais surtout pour le yaourt industriel local (1,51). L'élasticité pour le yaourt au total est plus élevée que pour les deux composantes, indiquant que les deux formes sont des compléments. Ce sont les mêmes ménages qui en consomment le plus.

Conclusions

Après la dévaluation du F.CFA, la consommation de produits laitiers dans les centres urbains de Burkina Faso a baissé de 50% environ. Mais même maintenant, la production locale n'est pas concurrentielle. Le revenu des ménages urbains détermine largement les quantités achetées de lait concentré, de lait en poudre et de yaourt. Trois catégories de consommateurs peuvent être retenues. La majorité de la population se situe dans la première catégorie:

1. les ménages ayant un revenu mensuel de moins de 100.000 F.CFA consomment peu de produits laitiers; ils achètent surtout le lait concentré, le yaourt (artisanal et industriel) et le lait en poudre; l'élasticité-revenu est "1", l'élasticité-prix est environ "-1"; on dépense un certain montant, on n'achète pas une quantité; si le nombre de personnes dans le ménage augmente, on achète moins à cause d'une

contrainte financière; ils ne sont pas prêts à payer pour une meilleure qualité, si ceci augmente le prix;

2. les ménages ayant un revenu mensuel de 100.000 F.CFA à 200.000 F.CFA achètent des produits laitiers en fonction du revenu et du nombre de membres dans le ménage; un grand nombre d'enfants de 8 à 14 ans est souvent une contrainte pour l'achat des produits laitiers; l'élasticité-revenu est de 0,64 pour les produits laitiers; les ménages essaient d'augmenter la qualité de l'assortiment acheté: le yaourt artisanal est remplacé par le yaourt industriel local, on a un goût moins sucré que les ménages plus démunis, on achète beaucoup plus de lait en poudre;
3. les ménages ayant un revenu de plus de 200.000 F.CFA achètent en fonction des besoins, c'est-à-dire en fonction du nombre de personnes et surtout du nombre d'enfants dans le ménage; l'élasticité-revenu est de 0.37, ce qui est relativement inélastique et ne reflète plus une contrainte financière; ils achètent en grande quantité le lait concentré, le lait en poudre, le yaourt industriel local; ils achètent parfois de petites quantités de lait UHT, de fromage.

Une conclusion pour l'amélioration de la vente de produits laitiers, transformés localement, est qu'il faut vendre en unités plus petites et augmenter le nombre de points de vente de sorte que l'accès devienne plus facile pour la majorité de la population.

Références bibliographiques

1. INSD 1993, "Enquête Démographique, mars 1991 et estimations ONEA", République du Burkina Faso, Ouagadougou.
2. Metzger, R., 1994, "L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers", Faculté des Sciences de Nancy, 103 p.
3. Sawadogo, K. & Larivière, S., 1994, "Caractéristiques socio-économiques et stratégies des ménages en matière de sécurité alimentaire dans la province du Passoré", Centre d'Etudes, de Documentation, de Recherches Economique et Sociale, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, 88 p.

* F. Goossens: Belge. Ingénieur agronome et agro-économiste, M.A. en économie et docteur en sciences biologiques appliquées (économie agricole). K.U.Leuven. Chercheur à la Katholieke Universiteit Leuven, Faculté des Sciences Agronomiques et de la Biologie Appliquée, Département d'Economie Agricole.

** S. Issoufou: Burkinabé. Maître es-Sciences Economiques (ESTEG, Lomé), D.E.A. et docteur de 3e cycle en monnaie - finance - banque (Institut Orléanais de Finance, Orléans). Responsable du Service Socio-Economique et Appui à la PME/PMI à la société d'ingénieurs-conseils SAHELCONSULT à Ouagadougou, Burkina Faso.

*** E. Tollens: Belge. Ingénieur agronome et agro-économiste, M.A. en économie et Ph.D. en économie agricole (Michigan State University). Professeur d'économie agricole à la Katholieke Universiteit Leuven, Faculté des Sciences Agronomiques et de la Biologie Appliquée, Département d'Economie Agricole.

Effet de l'addition des tannins de châtaigniers sur la rétention azotée et la digestibilité chez les ruminants ingérant des produits herbagers

Samia Kriaa* & A. Thewis*

Keywords: Ruminant - Tannin - Fresh grass - Nutrition - Bypass proteins.

Résumé

L'utilisation des tannins de châtaignier (tannins hydrolysables) à faible dose (4 g/1000 g de matières azotées totales (MAT) \approx à 0,8 g/kg de MS) chez le bélier en fin de croissance, alimenté au moyen d'herbe fraîche améliore d'une manière hautement significative ($P < 0,01$) la rétention azotée (de l'ordre de 21,7%)

Cette amélioration s'explique par une réduction des rejets d'azote par la voie urinaire, donc par une meilleure utilisation métabolique de l'azote absorbé. De plus, l'ajout à l'herbe des tannins de châtaignier à faible dose ne modifie pas la digestibilité de ses constituants, matière organique (MO), matières agotées totales (MAT) et Acid Detergent Fiber (ADF) ni l'appétence des animaux.

Summary

The use of chestnut tannin (CT) (hydrolysable Tannins), added at a low concentration (4 g CT/100 g of total nitrogen (TN) \approx 0,8 g CT/kg of DM distribute) to a grass forage for growing sheep, improves the N retention ($P < 0,01$).

The improvement of N retention is explained by the decrease of nitrogen in the urine, indicating a better use of absorbed nitrogen.

Moreover, the addition at these low concentrations of CT to fresh grass does not alter neither the digestibility of its constituents (OM, TN, ADF) nor the rate of ingestion.

Introduction

Dans de nombreux pays, l'herbe est fréquemment utilisée pour l'alimentation des animaux dans le but de réduire les coûts de production. Cependant, la dégradabilité ruminale très élevée des protéines de cet aliment aboutit à une production élevée d'ammoniac au niveau du rumen (excrété sous forme d'urée dans les urines) et réduit l'apport des acides aminés (AA) alimentaires au niveau de l'intestin. Associées à cette dépréciation protéinique, les pertes excessives d'azote urinaire contribuent à la dégradation de l'environnement.

Les tannins, composés phénoliques localisés dans les organelles cytoplasmiques des végétaux, ont toujours été considérés comme des substances anti-nutritionnelles inhibant les protéases. Toutefois, une application judicieuse de ces composés dans l'alimentation des ruminants semble apporter des réponses prometteuses et peu onéreuses aux problèmes de la valorisation et de la protection des protéines.

En effet, les tannins à faible dose et à un pH ruminal optimal se complexent avec les protéines de l'aliment par des liaisons hydrogène. Ce complexe permet ainsi une réduction de la solubilité des protéines de cet aliment et de la quantité d'ammoniac produite dans le rumen ainsi qu'une augmentation de l'absorption des acides aminés (AA) essentiels au niveau de l'intestin car il se dissocie dans la caillette (pH très faible). Il en résulte-

rait une réduction des rejets d'azote dans le milieu donc un plus grand respect de l'environnement. Les tannins contrôlent également la météorisation et améliorent les productions animales par la réduction de la proportion de graisses dans les carcasses, sans perturber la digestion des animaux (5).

Les tannins sont classés, selon leurs structures et leurs propriétés, en deux groupes principaux: les tannins condensés et les tannins hydrolysables. Les tannins condensés sont les plus répandus et les plus typiques des tannins des plantes, en particulier des plantes fourragères telles que le sainfoin, le sulla et le lotier. Les tannins hydrolysables sont surtout répandus dans les bois des arbres et particulièrement dans les chênes, les sumacs et les châtaigniers.

Plusieurs études ont montré que l'utilisation *in vitro* (6) et *in vivo* (1) des tannins de châtaignier à faible dose, sur du tourteau de soja et de l'ensilage d'herbe limitait la dégradabilité ruminale des protéines de ces aliments. De plus, dans les expériences menées *in vivo*, la rétention azotée des animaux montrait une tendance à l'amélioration.

L'expérience décrite sommairement ci-après a pour objectif d'étudier, chez le bélier en fin de croissance, l'influence d'une faible dose de tannins de châtaignier (4 g/1000 g de MAT \approx 0,8 g/kg de MS) sur l'utilisation digestive des principaux constituants d'une herbe fraîche ainsi que sur la rétention azotée et l'excrétion d'azote par les voies fécales et urinaires.

* Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux - Laboratoire de Zootechnie, passage des Déportés, 2; 5030 Gembloux (Belgique)
Reçu le 28.02.97 et accepté pour publication le 17.06.97.

Matériel et méthodes

L'essai est réalisé sur dix béliers croisés Texel x Ile de France d'un poids moyen d'environ 46 kg. Ces animaux, répartis en deux lots homogènes de cinq individus, sont placés en cage à métabolisme. Ces cages permettent de récolter séparément les matières fécales et les urines et de contrôler la quantité d'aliments ingérés par les moutons.

Le lot "Témoin" reçoit uniquement du fourrage vert frais tandis que le lot "Tannins" reçoit le même fourrage additionné de tannins de châtaignier à raison de 4 g/1000 g de MAT.

Le fourrage, distribué aux animaux, est fauché tous les jours à 7 heures du matin et hachés en brins de ± 10 cm. Ce fourrage est constitué d'un mélange de graminées (ray-grass anglais et phléole) et de trèfle violet (10% de la matière sèche du fourrage). L'herbe provient d'une prairie temporaire située dans les Ardennes de Haute Belgique à une altitude de 500 m sur un sol limoneux et caillouteux. La teneur en matière sèche de l'herbe étant fort variable, celle-ci est estimée tous les matins après un passage à l'étuve (60°C) d'une quantité de ± 1000 g pendant 24 h.

Les animaux sont nourris à l'entretien, environ 67 g de MS/kg de poids métabolique, distribués en deux repas identiques à 9 heures et 15 heures.

A chaque repas les tannins sont mélangés à une petite quantité de foin moulu, l'ensemble est ensuite saupoudré sur la ration et mélangé manuellement à celle-ci. Les tannins utilisés au cours de cette expérience sont de types hydrolysables, préparés à partir du bois de châtaignier par extraction aqueuse et présentés sous forme de poudre, de couleur brune.

Après une période d'adaptation de 8 jours aux cages et à l'aliment, les animaux font l'objet d'un bilan fécal et urinaire durant 10 jours (à la station de Haute Belgique à Libramont).

Une double pesée est effectuée sur chaque animal au début du bilan afin de déterminer les rations à leur distribuer et à la fin de la période expérimentale.

Durant l'essai, on pèse tous les jours la quantité journalière d'herbe fraîche à distribuer pour chaque animal, les refus ainsi que les quantités d'urines et de matières fécales excrétées. En plus des pesées précédentes, la phase du bilan nécessite des prélèvements de l'aliment, des refus, des matières fécales et des urines pour analyse ultérieure.

Méthodes d'analyse chimique

Elles portent sur les analyses chimiques classiques (MS, MSa, MO, MAT, EE et EB) et l'analyse des parois végétales (NDF et ADF) selon la méthode de Van Soest et Wine (1967). Nous avons pu ainsi calculer l'ingestion des animaux, les coefficients de digestibilité des principaux constituants de l'herbe ainsi que l'excrétion d'azote par les voies fécales et urinaires.

Analyses statistiques

L'étude statistique consiste en une analyse de la variance à un seul critère de classification (10 moutons, 2 traitements, 1 période) d'un modèle aléatoire complet

afin de vérifier si les différences observées entre les deux traitements (avec ou sans tannin) sont significatives.

Résultats et discussion

La composition moyenne de l'herbe distribuée aux moutons est représentée au tableau 1. Il s'agit d'une herbe riche en azote, avec une teneur en matière sèche variable due à l'humidité occasionnée par une fauche très matinale (7 h).

Tableau 1
Composition moyenne de l'herbe distribuée

| Paramètres | % MS | % MO | % MAT | % NDF | % ADF | % EE | E B |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Teneurs | 13,47 | 82,42 | 20,57 | 51,92 | 24,83 | 4,55 | 4261 |

MS: Matière sèche, MO: Matière organique, MAT: Matières azotées totales, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, EE: Extrait éthéré, EB: Energie brute exprimée en kcal/kg MS.

Les résultats obtenus, ainsi que les analyses statistiques concernant l'effet des tannins de châtaignier sur les différents paramètres étudiés chez le bélier en fin de croissance alimenté au moyen d'herbe fraîche, sont regroupés dans le tableau 2.

Tableau 2

Effet des tannins de châtaigniers sur l'ingestion, la digestibilité des différents constituants de l'aliment, la rétention azotée et l'excrétion d'azote par les voies fécales et urinaires chez le bélier en fin de croissance, alimenté au moyen d'herbe fraîche.

| Paramètres | Témoin | "Tannins" | D S |
|---------------------------------------|--------|-------------|-----|
| Ingestion (gMS/kg p ^{0,75}) | 59,0 | 60,4 | NS |
| Digestibilité (%) | | | |
| - MS | 75,6 | 74,2 | NS |
| - MO | 76,7 | 75,4 | NS |
| - MAT | 78,5 | 77,9 | NS |
| - ADF | 72,0 | 70,2 | NS |
| Rétention azotée (g/j) | 4,6 | 5,6 | ** |
| Excrétion d'azote (%) | | | |
| - voie urinaire | 64,8 | 61,8 | ** |
| - voie fécale | 21,5 | 22,1 | NS |

NS = non significatif

** P < 0,01 (valeur statistique hautement significative)

DS = Différence Statistique

p^{0,75}: Poids métabolique

L'addition des tannins de châtaigniers à faible dose (4 g de tannins/1000 g MAT \approx 0,8 g/kg de MS) à l'herbe fraîche distribuée aux moutons n'occasionne aucun problème d'appétence (P>0,05). Les tannins, à faible dose, n'entraînent donc pas de problème d'astringence au niveau de la cavité buccale, généralement la cause principale de la réduction de l'ingestion et de l'appétence des animaux (7).

De même, la digestibilité des différents constituants de l'herbe (MS, MO, MAT et ADF) n'est pas modifiée suite à l'ajout du tannin. Les résultats obtenus concor-

dent avec ceux obtenus antérieurement sur béliers recevant de l'ensilage d'herbe préfané traité avec 4 et 20 g de tannins de châtaignier/1000 g de MAT (1) ou nourris avec du *Lotus pedunculatus* à faible teneur en tannins condensés (2,4,8).

On peut donc conclure que les tannins n'affectant pas les digestibilités et la matière organique ingérée, les rations avec tannins apportent autant d'énergie digestible qu'une autre sans tannin.

Par contre, l'addition des tannins de châtaignier chez les béliers ingérant de l'herbe fraîche a permis d'augmenter d'une manière hautement significative ($P < 0,01$) la rétention azotée. Ces résultats corroborent ceux cités par d'autres (1,2,4).

L'amélioration de la rétention azotée (de l'ordre de 21,7%) s'explique par une réduction, d'une manière hautement significative, des rejets d'azote par la voie urinaire, donc par une meilleure utilisation métabolique de l'azote absorbé. Il en résulterait un plus grand respect de l'environnement.

L'effet des tannins sur la rétention azotée pourrait s'expliquer aussi bien par un flux duodéal d'acides aminés essentiels plus important (9) que par une augmentation de la concentration plasmatique en hormone de croissance (GH) suite à l'effet d'amplification des tannins via leur réaction avec les protéines réceptrices de la paroi intestinale (3,5).

Ce flux duodéal accru d'acides aminés pourrait provenir soit d'une réduction de la dégradation ruminale des protéines alimentaires (5,10), soit d'un effet sélectif des tannins sur les micro-organismes du rumen (9), soit encore d'une combinaison de ces deux facteurs. L'étude de l'effet des tannins de châtaignier sur l'excrétion d'azote par voie fécale et urinaire (tableau 2) semble attester que les tannins diminuent la dégradation des protéines dans le rumen et la production d'am-

moniac (réduction des pertes d'azote dans les urines et non dans les matières fécales après ajout des tannins).

Des remarques précédentes, il ressort clairement que le pouvoir tannant seul ne suffit pas à expliquer, dans les conditions d'application et les faibles doses utilisées, les effets favorables dans le processus digestif. Dès lors, il faut comprendre l'effet original des tannins comme le résultat d'une synergie de facteurs distincts.

Conclusions

L'ajout à faible dose de tannins de châtaignier ne modifie pas l'utilisation digestive des principaux constituants de l'herbe et n'a surtout aucune influence sur l'ingestion volontaire de béliers en fin de croissances. Par contre, l'addition du tannin améliore la rétention azotée, et, par lien de cause à effet, réduit les rejets d'azote dans le milieu. Toutefois, des recherches plus approfondies s'avèrent indispensables pour expliquer les mécanismes responsables de la meilleure utilisation de l'azote. A cette fin, il s'agit d'explorer avec précision la physiologie de l'absorption digestive, du transfert et de la séquestration cellulaire des digesta azotés.

Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et mes sincères remerciements à Mademoiselle V. Decruyenaere et Monsieur P. Lecomte, pour leur guidance lors de l'expérimentation ainsi qu'à tout le personnel de la Station de Haute Belgique.

Je remercie également tous les personnels de la chaire de Zootechnie de la F.U.S.A. Gembloux pour leur disponibilité et leur aide lors de la réalisation des analyses au laboratoire.

Références bibliographiques

1. Abbeles, B., 1993. Etude d'un ajout de tannins de châtaignier sur la digestibilité d'ensilage d'herbe, l'excrétion azotée et les fermentations ruminales chez le mouton. TFE, I.S.A.C. (Ciney), 30-60.
2. Barry, T.N. & Manley, T.R., 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep, 2-Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. Br. J. Nutr. **51**, 493-504.
3. Barry, T.N., Allsop, T.F. & Redekopp, C., 1986a. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep, 5-Effects on the endocrine system and on adipose tissue metabolism. Br. J. Nutr. **56**, 607-614.
4. Barry, T.N., Manley, T.R. & Duncan, S.J., 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep, 4-Sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. Br. J. Nutr. **55**, 123-137.
5. Mangan, J.L., 1988. Nutrition effects of tannins in animal feeds. Nutrition Research Review, **1**, 209-231.
6. Mathiew, F., Jouany, J.P., 1993. Effect of chestnut tannin on the fermentability of soyabean meal nitrogen in the rumen. Ann. Zootech. **42**, 124.
7. McLeod, M.N., 1974. Plant tannins: Their role in forage quality. Nutrition Abstracts and Reviews, **44**, 803-815.
8. Nunez-Hernandez, G., Wallace, J.D., Holecheck, J.L., Galyean, M.L. & Cardenas, M., 1991. Condensed tannins and nutrient utilisation by lambs and goats fed low-quality diets. J. Anim. Sci. **69**, 1167-1177.
9. Waghorn, G.C., Ulyatt, M.J., John, A. & Fisher, M.T., 1987b. The effect of condensed tannins of the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus* L. Br. J. Nutr. **57**, 115-126.
10. Wang, Y., Waghorn, G.C., Barry, T.N. & Shelton, I.D., 1994. The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on plasma metabolism of methionine, cystine and inorganic sulphate by sheep. Br. J. Nutr. **72**, 923-935.

Samia Kriaa, Tunisienne. Ingénieur Agronome Zootechnicienne, Doctorante à l'Université de Gand, 9000 Gand et à l'Institut Agronomique de Tunis; BP. 1082, Tunis - Tunisie.

A. Thewis, Belge. Professeur à la chaire de Zootechnie à la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 5030 Gembloux - Belgique.

Evaluation de variétés commerciales de ver à soie et de pratiques d'élevage dans les villages du Nord-Est de la Thaïlande.

B. Boedts*

Keywords: Silkworm varieties performances - Silkworm rearing practices - Sericulture extension - On-farm silkworm evaluation - North-eastern Thailand.

Résumé

Un programme d'évaluation de variétés d'hybrides de ver à soie poly-bivoltin et bivoltin a été mené pendant une année dans les villages séricicoles traditionnels du Nord-Est de la Thaïlande. Les données ont été récoltées de telle manière que les contraintes climatiques et problèmes techniques rencontrés par les éleveurs puissent être identifiés. L'analyse des résultats montre qu'il est nécessaire de choisir certaines variétés de ver à soie et d'adapter les pratiques d'élevage en fonction de la saison et du niveau technique global de gestion séricicole du village. En saison sèche, pratiquement toutes les variétés ont des performances similaires. Toutefois quelle que soit la variété, des mesures spéciales concernant l'élevage des jeunes vers à soie sont cruciales pour assurer un rendement satisfaisant. En mousson par contre, certaines variétés sont plus affectées que d'autres par les maladies du ver à soie. Lorsque le niveau technique de gestion séricicole est bas, il est recommandé d'utiliser une variété présentant peu de variations de rendement. Afin de compenser les conditions défavorables d'élevage et de limiter par là-même les pertes dues aux maladies du ver à soie, il est préconisé de modifier certaines pratiques traditionnelles d'élevage.

Summary

A silkworm evaluation programme of poly-into-bivoltine and bivoltine hybrid varieties has been undertaken during one year in traditional sericultural villages of north-eastern Thailand. Data were collected in a way that climatic constraints and technical problems encountered by rearers could also be identified. The results analysis shows that it is necessary to choose adequate silkworm varieties and to adapt rearing practices according to the season and the overall technical level of sericultural management in the village. In the dry season, practically all varieties have similar performances. However, special measures related to young silkworm rearing are crucial to ensure a satisfactory yield. On the contrary, in the wet season some varieties are more affected than others by silkworm diseases. When the technical level of sericulture management is low, it is recommended to use a variety showing a reliable yield. In order to compensate unfavourable rearing conditions and consequently reduce the incidence of silkworm diseases, it is advocated to modify some traditional rearing practices.

Introduction

Dans le Nord-Est de la Thaïlande, les fermiers pratiquent la sériciculture de manière traditionnelle et sur une toute petite échelle. De nombreux programmes séricicoles ont été lancés depuis le début du siècle mais plusieurs problèmes liés aux conditions difficiles d'élevage restent d'actualité (1). De plus, beaucoup de fermiers maintiennent encore chez eux leurs propres souches polyvoltines (race tropicale de ver à soie formant de petits cocons généralement jaunes et dont les œufs n'entrent jamais en diapause) et produisent les pontes dans un milieu hautement infecté par un protozoaire de l'ordre des Microsporidia, *Nosema bombycis* transmis de génération en génération et provoquant une grave maladie, la pébrine (5). Cependant, il est généralement établi que les techniques de sélection des vers à soie, *Bombyx mori* L. et de production des œufs sont bien développées en

Thaïlande. Un personnel hautement qualifié opère dans les stations séricicoles gouvernementales et privées. Au cours des dernières décennies, plusieurs variétés d'hybrides de ver à soie ont été mises au point et distribuées à plusieurs milliers de fermiers. Tandis que le secteur privé s'est spécialisé dans la production d'œufs d'hybrides bivoltins (race tempérée de ver à soie formant de gros cocons généralement blancs et dont les œufs ont besoin d'une période de froid pour se développer), les agences gouvernementales ont concentré leurs efforts sur la sélection des vers à soie poly-bivoltins (issu d'un croisement entre un parent bivoltin et un parent polyvoltin), aussi appelés "Hybrides Thai" (2). Plusieurs variétés différenciées sont donc actuellement disponibles mais il n'y a pas vraiment de consensus sur celles à effectivement recommander aux fermiers.

* Avenue de la Forêt, 21/7 - 1050 Bruxelles - Belgique.
Reçu le 07.11.96 et accepté pour publication le 06.06.97.

Des méthodes standards d'évaluation et d'autorisation des variétés de ver à soie existent (7) mais ne sont pas applicables dans ce cas compte tenu d'une grande différence entre les conditions d'élevage rencontrées en station et dans les villages. Afin de développer des recommandations concernant le type adéquat de ver à soie pour les conditions du Nord-Est, un programme d'évaluation a été réalisé directement dans les villages séricicoles traditionnels. Comme lors d'études précédentes (3,4), la récolte des données portant sur les performances de terrain des vers à soie a été planifiée de telle manière que des messages de vulgarisation pour les sériciculteurs puissent en même temps être développés.

Matériel et méthodes

Entre 1994 et 1995, trois variétés d'hybrides de ver à soie polybivoltin (PB) et trois variétés d'hybrides de ver à soie bivoltin (BI) ont été évaluées pendant une année complète sur le terrain. La production et l'incubation des œufs étaient strictement confiées aux cinq agences engagées dans cette évaluation. Compte tenu des restrictions en vigueur sur l'échange des stocks parentaux de ver à soie, il n'était pas possible d'élever les souches parentales dans une seule station et de produire les œufs en utilisant la même technique pour chaque variété d'hybride. Néanmoins pour toutes les variétés, les éclosions étaient prévues à dates fixes, soit six fois par an pour les PB et deux fois par an pour les BI. Chaque fermier participant à l'évaluation recevait soit une carte, soit une boîte de 20.000 œufs appartenant à une variété spécifique de ver à soie. Etant donné que quatre villages participaient à l'évaluation et qu'un échantillon de cinq sériciculteurs par variété évaluée était pris par village, 20 répétitions étaient donc disponibles pour chaque variété testée lors d'un cycle d'élevage. La localisation des villages sélectionnés dans les provinces de Maharakham et Khon Kaen est indiquée à la figure 1.

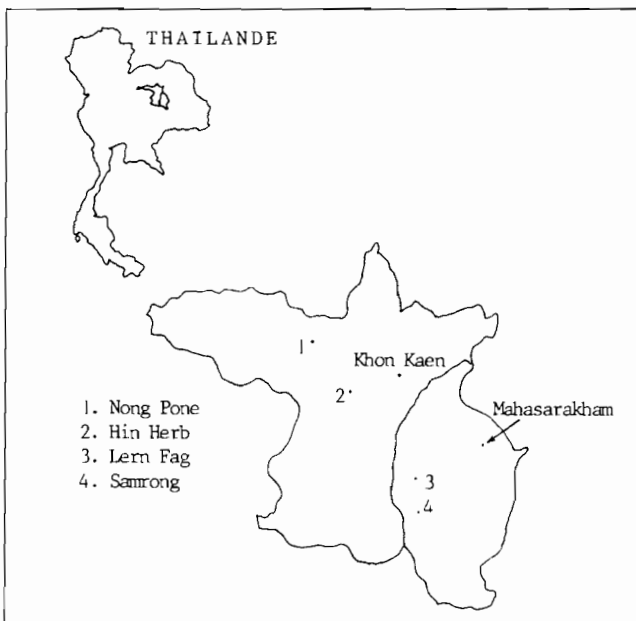


Figure 1. - Localisation des provinces et des villages sélectionnés dans le Nord-Est de la Thaïlande.

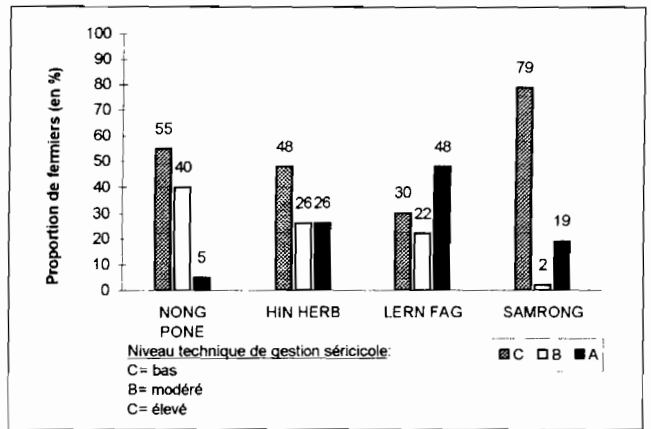


Figure 2. - Proportion de fermiers (en %) suivant le niveau technique de gestion séricicole dans les villages sélectionnés.

Vu les conditions extrêmement hétérogènes d'élevage des vers à soie dans le Nord-Est de la Thaïlande, trois niveaux techniques de gestion séricicole des éleveurs étaient distingués de la façon suivante:

- A: magnanerie construite en dur et totalement séparée de la maison d'habitation;
 - B: chambre d'élevage partiellement séparée de la maison d'habitation;
 - C: chambre d'élevage de faible coût équipée d'une moustiquaire et installée dans la maison d'habitation.
- Cette classification a été établie sur unique base de l'examen des installations d'élevage effectivement utilisées par les fermiers.

Il faut également remarquer qu'à l'exception d'un village disposant de meilleures installations, les villages considérés dans cette étude étaient tout-à-fait représentatifs de cette région séricicole de la Thaïlande en ce sens que la majorité des éleveurs possédaient des installations de type C (figure 2).

Lors de l'évaluation, l'attribution des variétés de ver à soie se faisait indépendamment du niveau technique auquel appartenaient les éleveurs. Avant chaque cycle, les éleveurs participant à l'évaluation commandaient en fait la variété qu'ils souhaitaient.

Pendant l'élevage proprement dit, chaque sériculteur était visité par le personnel scientifique du département de vulgarisation agricole pendant la période des jeunes vers, celle des vers âgés et au moment du filage. De cette manière des informations détaillées étaient collectées sur les techniques d'élevage. Pour l'enregistrement automatique de la température et de l'humidité relative, un thermohygrographe était placé pendant un an dans une magnanerie de chaque village. Au déramage, le rendement en poids de cocons était estimé au village. Un échantillon d'un kilo et demi de cocons frais était acheté au fermier et ramené au laboratoire pour déterminer la richesse soyeuse (poids de la coque/poids du cocon). Les résultats sur les performances des variétés de ver à soie ont ensuite été analysés statistiquement en utilisant la méthode d'analyse de la variance à un facteur (logiciel Microsoft excel, version 5.0) (6)

Tableau 1
Durées larvaires des jeunes vers et vers à soie âgés (en jours) chez les fermiers des villages sélectionnés en fonction des variétés d'hybrides de ver à soie poly-bivoltin élevées pendant le cycle N°1 (octobre 1994)

| Stade larvaire | DOAE2 | DOKBUA | LOUN PILUN |
|----------------|--------|--------|------------|
| JVS | 13,4** | 12,3** | 13,2** |
| VSA | 14,3** | 12,6** | 15,3** |

Stades larvaires:

JVS = Jeunes Vers à Soie (1-3ème âge)

VSA = Vers à Soie Agés (4-5ème âge)

** = différence hautement significative entre variétés (p=0,01)

Résultats et discussion

Performances des vers à soie

Trois types de performance ont été retenus pour analyse. Les résultats portent principalement sur les performances de terrain des PB.

Durée larvaire

La durée larvaire est un facteur important pour déterminer la quantité de feuilles de mûrier, *Morus alba* à distribuer aux vers. Lorsque la durée est courte comme c'est le cas avec les races locales de ver à soie polyvoltin, une quantité moindre de feuilles de mûrier est nécessaire pour nourrir les vers. Vu le manque chronique de feuilles de mûrier en saison sèche, il est certain qu'une variété présentant une courte durée larvaire sera préférée par les éleveurs.

Au cours des six cycles d'évaluation, les durées larvaires de trois PB ont été enregistrées. Une différence significative entre ces variétés a seulement été obser-

vée lors du cycle d'octobre qui est par ailleurs considéré comme le meilleur moment de l'année pour élever les vers à soie (tableau 1). La variété DOKBUA présentait une durée larvaire plus courte que les autres variétés testées.

Qualité des cocons

Deux paramètres importants pour le dévidage et la détermination du prix des cocons ont été analysés pour les PB et BI élevées pendant la saison sèche 1994-95 (tableau 2, volet de gauche). Pour les PB, il est à noter que le dévidage des cocons non-étouffés se fait encore toujours exclusivement par les éleveurs eux-mêmes avec le même matériel rudimentaire que celui utilisé pour les cocons de races locales de ver à soie polyvoltin (photo 1). Les cocons BI sont au contraire vendus aux filateurs qui utilisent des machines modernes de dévidage.

Pour les PB, en ce qui concerne l'analyse statistique du poids moyen d'un cocon et contrairement aux richesses soyeuses, une différence significative bien nette a été observée entre ces variétés chez les éleveurs disposant d'installations rudimentaires de type C (tableau 3, volet de gauche). Il apparaît ainsi qu'une variété (DOAE2) produit des cocons nettement plus lourds. Pour cette variété, les valeurs de poids moyen d'un cocon sont en fait très proches de celles enregistrées pour les vers à soie BI.

Rendement en cocons par carte d'œufs

L'analyse des rendements en cocons diffère considérablement en fonction des saisons. C'est pourquoi, les résultats ont été analysés séparément pour la saison sèche et la mousson (tableau 2, volet de droite).

Tableau 2
Poids moyen d'un cocon (en gm), richesse soyeuse (en %) et rendement en cocons frais (en kg/carte de pontes) de différentes variétés d'hybrides de ver à soie poly-bivoltin et bivoltin en fonction de la province, de la saison et du niveau technique de gestion séricicole des fermiers.

| Variété | Province | Poids moyen d'un cocon (gm) | | Richesse soyeuse (%) | | Rendement (kg) Saison sèche | | Mousson | |
|-------------|---------------------|-----------------------------|-------|----------------------|-------|-----------------------------|------|---------|------|
| | | C | B&A | C | B&A | C | B&A | C | B&A |
| DOAE2* | Khon Kaen Mahasara. | 1,465 | 1,192 | 17,96 | 17,48 | 19,3 | 16,4 | 20,9 | 23 |
| | | 1,523 | 1,376 | 17,6 | 17,82 | 19,6 | 13,3 | 22,2 | 28,1 |
| DOKBUA* | Khon Kaen Mahasara. | 1,065 | 1,123 | 15,83 | 16,42 | 16,5 | 15,6 | 16,6 | 15,4 |
| | | 1,061 | 1,199 | 15,89 | 15,3 | 16,4 | 20,7 | 16,9 | 18 |
| LOUN PILUN* | Khon Kaen Mahasara. | 1,108 | 1,122 | 15,06 | 14,3 | 16,5 | 16,2 | 11,8 | 10,4 |
| | | 1,161 | n.o. | 14,73 | n.o. | 19,7 | 20 | 16,9 | 17,8 |
| DOAE5** | Khon Kaen Mahasara. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | 18,7 | n.o. |
| | | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | 22,1 | n.o. |
| K1K8** | Khon Kaen Mahasara. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | 16,9 | n.o. |
| | | 1,131 | 1,355 | 21,09 | 21,05 | 18 | 27,4 | 17,2 | n.o. |
| CT5** | Khon Kaen Mahasara. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | 26,6 |
| | | 1,210 | 1,389 | 21,30 | 20,66 | 17,9 | 17,9 | 25,8 | n.o. |

* = Variété hybride de ver à soie poly-bivoltin

** = Variété hybride de ver à soie bivoltin

Niveau technique de gestion séricicole:

C = bas

B&A = modéré et élevé

n.o. = non obtenu

Remarque: les valeurs de poids moyen d'un cocon et de richesse soyeuse sont celles enregistrées en saison sèche uniquement.

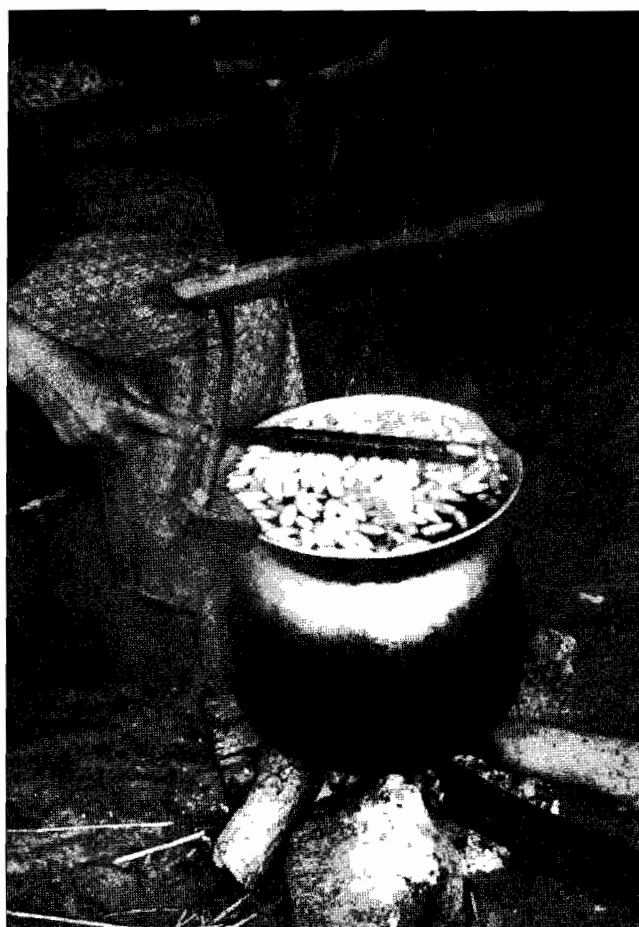


Photo 1. Dévidage traditionnel des cocons au village, région de Khon Kaen.

En saison sèche, aucune différence significative n'a été constatée entre les trois PB (tableau 3, volet de droite). Ceci est dû au fait qu'à ce moment de l'année les conditions climatiques sont favorables à l'élevage et que par conséquent peu de maladies du ver à soie se développent. La même observation a été effectuée pour les BI.

Pendant la mousson par contre, les rendements diffèrent significativement que ce soit pour les PB ou les

BI. Cependant une certaine prudence est de mise dans l'interprétation des résultats concernant principalement les PB. Il est en effet très possible qu'une variété produise une plus grande quantité de cocons par carte de pontes pour la simple raison que cette carte contienne plus d'œufs que la norme standard. Etant donné que les variétés étaient produites dans des conditions différentes, le nombre de 20.000 œufs par carte de pontes n'était pas toujours respecté par les producteurs d'œufs engagés dans l'évaluation. Au sein d'un lot de cartes de différentes variétés de ver à soie, les moyennes suivantes de nombre d'œufs par carte ont pu être enregistrées par pesée du nombre de vers fraîchement éclos: 20.849 vers à soie/carte pour DOKBUA, 21.471 pour LOUN PILUN et 22.776 pour DOAE2. Il apparaît ainsi que grâce à une résistance plus forte aux maladies, une variété telle que le DOKBUA présente un rendement comparable à ceux des autres variétés pourtant plus fournies en œufs. D'une manière complémentaire, afin de savoir si un effet du niveau technique de gestion séricolde fer-

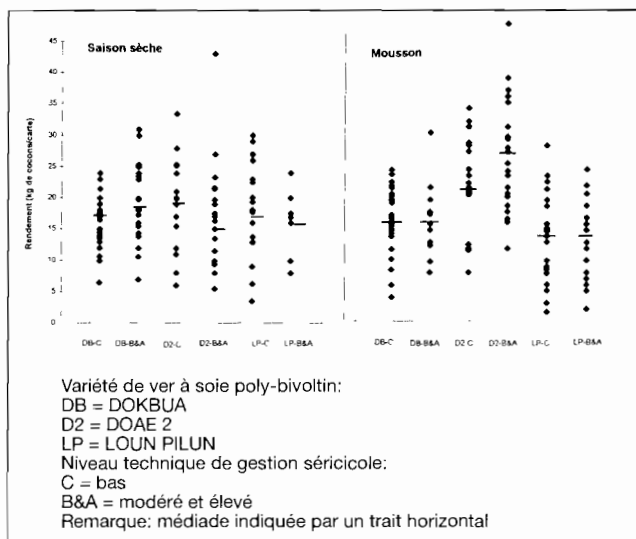


Figure 3. - Effet du niveau technique de gestion séricolde des fermiers, de la variété d'hybride de ver à soie poly-bivoltin et de la saison sur le rendement en cocons (en kg/carte de pontes).

Tableau 3

Analyse statistique du poids moyen d'un cocon (en gm), de la richesse soyeuse (en %) et du rendement en cocons frais (en kg/carte de pontes) des variétés d'hybrides de ver à soie poly-bivoltin et bivoltin en fonction de la province, de la saison et du niveau technique de gestion séricolde des fermiers.

| Variété | Province | Poids moyen d'un cocon (gm) | | Richesse soyeuse (%) | | Rendement (kg/carte) | | | |
|----------------|------------|-----------------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|---------|--------|------|
| | | C | B&A | C | B&A | Saison sèche | Mousson | C | B&A |
| Poly-bivoltins | Khon Kaen | ** | p.d.s. | ** | ** | p.d.s. | p.d.s. | ** | ** |
| | Maharakham | ** | * | p.d.s. | p.d.s. | p.d.s. | p.d.s. | p.d.s. | ** |
| Bivoltins | Khon Kaen | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | * | n.o. |
| | Maharakham | p.d.s. | p.d.s. | p.d.s. | p.d.s. | p.d.s. | p.d.s. | p.d.s. | n.o. |

Niveau technique de gestion séricolde:

C = bas

B&A = modéré et élevé

n.o. = non obtenu

p.d.s. = pas de différence significative entre variétés

* = différence significative entre variétés (p=0,05)

** = différence hautement significative entre variétés (p=0,01)

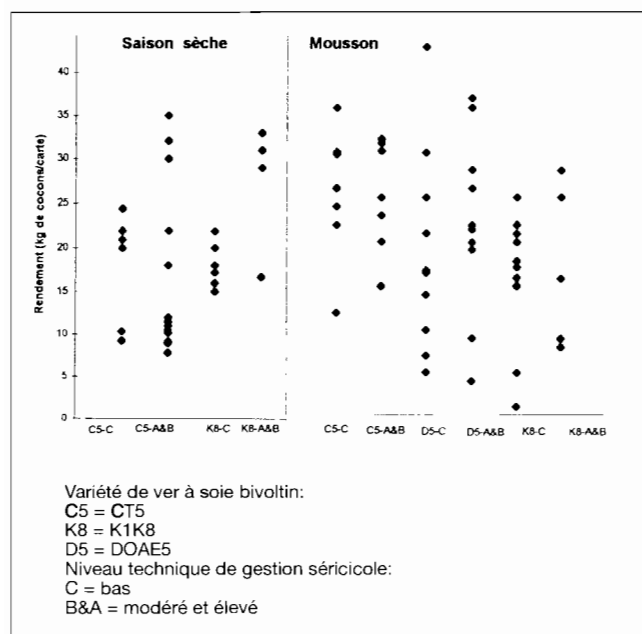


Figure 4. - Effet du niveau technique de gestion séricicole des fermiers, de la variété d'hybride de ver à soie bivoltin et de la saison sur le rendement en cocons (en kg/carte de pontes).

miers pouvait être détecté sur le rendement des PB et BI, les rendements obtenus ont été placés sur un graphe en fonction du type d'installation d'élevage. Pour les PB, il apparaît que les valeurs de rendement d'une variété telle que le DOKBUA sont modérées mais généralement plus groupées autour d'une même moyenne et ceci quelque soit le niveau technique de gestion séricicole (figure 3). Avec cette variété, les fermiers sont assurés d'obtenir en toute saison un rendement satisfaisant. D'autres variétés au contraire demandent généralement de meilleures conditions d'élevage et de nourrissage, et les variations de rendement entre éleveurs sont alors plus importantes. Pour les BI, des performances satisfaisantes ont été enregistrées même en mousson pour les fermiers possédant des installations de type C (figure 4). Dans ce cas, d'autres paramètres tels que l'état des mûraies, l'utilisation de désinfectants, ... interviennent pour expliquer la réussite ou non de l'élevage.

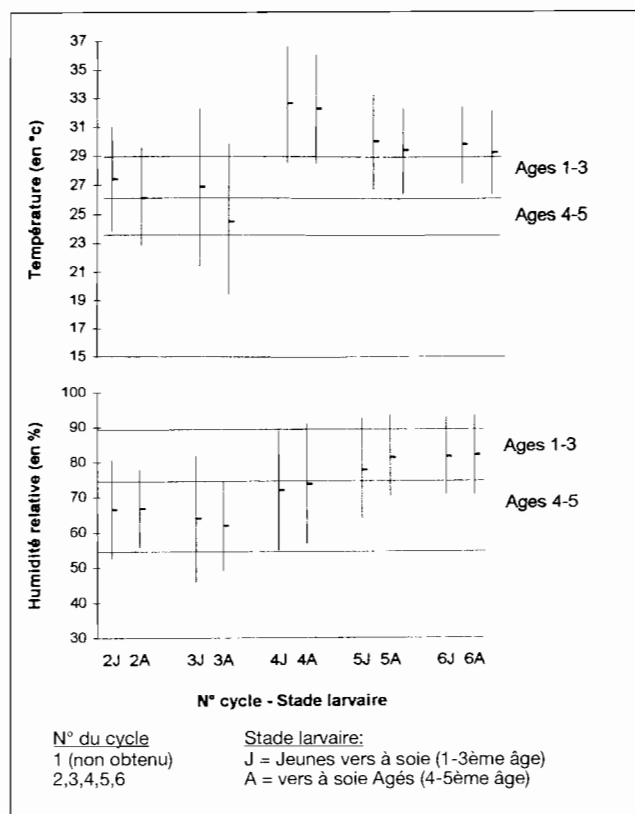


Figure 5. - Comparaison des limites autorisées de température (en °C) et d'humidité relative (en %) avec les valeurs moyennes, maximales et minimales enregistrées par thermohygrographe dans une magnanerie du village de Samrong, Province de Mahasarakham.

Concernant le type de ver à soie adapté aux conditions du Nord-Est, il est donc recommandé que des variétés ayant des caractéristiques similaires à celles du DOKBUA soient en priorité distribuées à la majorité des fermiers présentant un bas niveau technique de gestion séricicole et ceci de manière à remplacer les races locales de ver à soie polyvoltin. Les autres variétés plus performantes mais moins résistantes aux maladies seraient distribuées à des fermiers possédant un niveau technique de gestion séricicole plus élevé.

Tableau 4
 Contraintes climatiques pour l'élevage des vers à soie à différentes saisons dans le Nord-Est et recommandations de mesures appropriées pour compenser les conditions défavorables.

| Numéro du cycle | Date levée des vers à soie | Conditions climatiques Saison | Mesures recommandés | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|------------|----------|-------------|-------------|------|------------|------|-----------|------|
| | | | Température | | Humidité | | Ventilation | | Couvrement | | Chauffage | |
| | | | JVS | VSA | JVS | VSA | JVS | VSA | JVS | VSA | JVS | VSA |
| 1. | 15.09.94 | fin-mousson | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. | n.o. |
| 2. | 01.12.94 | début-saison sèche (frais) | nuits froides | chaud | très sec | optimum | - | + | ++ | - | + | - |
| 3. | 15.01.95 | mi-saison sèche (frais) | nuits froides | optimum | très sec | optimum | - | + | ++ | - | ++ | - |
| 4. | 15.05.95 | fin-saison sèche (chaud) | très chaud | très chaud | sec | humide | - | ++ | + | - | - | - |
| 5. | 05.07.95 | début-mousson | chaud | très chaud | optimum | très humide | - | ++ | + | - | - | - |
| 6. | 22.08.95 | mi-mousson | chaud | très chaud | optimum | très humide | - | ++ | - | - | - | - |

Stade larvaire:

JVS = Jeunes Vers à Soie (1-3ème âges)

VSA = Vers à Soie Agés (4-5ème âges)

n.o. = non obtenu

Evaluation des mesures d'élevage:

-: pas crucial

+: crucial

++: très crucial

Contraintes climatiques

Les conditions abiotiques telles que la température, l'humidité relative, la ventilation et l'éclairement depuis l'éclosion des œufs jusqu'au filage jouent un rôle très important sur la croissance larvaire et la qualité des cocons. Il est tout-à-fait essentiel de maintenir certaines limites de température et d'humidité. La moyenne est plus élevée pour les jeunes stades larvaires avec une marge de températures comprises entre 25 et 28°C et une humidité relative entre 75 et 90%. Au contraire, la moyenne est moins élevée pour les stades âgés et au filage, avec une marge de 22-25°C et 55-75% d'humidité relative (2).

Les mesures climatiques effectuées au moyen des thermohygrographes étaient utilisées pour comparer les maxima et minima avec les limites autorisées pour les différents âges (figure 5).

Pour compenser les conditions climatiques défavorables, des recommandations portant sur des pratiques à adopter en fonction de la saison étaient ensuite émises (tableau 4).

Pour l'élevage des jeunes vers à soie, les valeurs de température et d'humidité relative sont trop basses en début et en mi-saison sèche. En ce qui concerne les températures, on observe un allongement de la durée larvaire qui passe à 14 jours en mi-saison sèche contre 8 en fin-saison sèche pour la variété DOKBUA. Une trop longue durée d'élevage des jeunes vers étant à éviter, il est conseillé de chauffer la pièce d'élevage. Par contre, les bas niveaux d'humidité sont en fait compensés par une pratique des éleveurs qui consiste à couvrir chaque panier contenant les vers avec un tissu ou de façon plus efficace avec une feuille plastifiée. Excepté à la mousson, le couvreur des paniers est certainement recommandé pour les jeunes vers à soie. En fin-saison sèche et de façon moins sensible pendant toute la saison de mousson, il fait trop chaud pour l'élevage des jeunes vers. Dans ce cas, le meilleur moyen de diminuer la température est de verser de l'eau sur le sol de la pièce d'élevage, et ceci une ou deux fois par jour. De plus, il est recommandé d'augmenter le nombre de nourrissages par jour en fin-saison sèche et d'être particulièrement attentif à la qua-

lité des feuilles distribuées aux jeunes vers à soie. Pour l'élevage des vers à soie âgés, les températures sont optimales en début et mi-saison sèche. Cette situation est très favorable à l'élevage des vers à soie à haut rendement tels que les bivoltins à condition que les feuilles de mûrier soient en quantités suffisantes. Le restant de l'année, les conditions sont beaucoup moins indiquées pour les vers âgés. Il fait en effet toujours trop chaud et humide d'où une courte durée d'élevage: 9 jours en fin-saison sèche contre 15 en mi-saison sèche pour le DOKBUA. Inévitablement, ceci entraîne un affaiblissement de la résistance des vers à soie aux nombreuses maladies présentes dans les villages, surtout grasserie, flacherie et muscardine (5). La façon la plus économique d'abaisser la température et de réduire l'humidité consiste à fournir une bonne ventilation grâce à de larges fenêtres, couvertes de moustiquaires pour empêcher l'entrée des mouches uzi, *Exorista sorbillans* Wied (Diptère, famille des Tachinidés).

Techniques d'élevage

Méthode d'élevage

Deux méthodes d'élevage existent dans les villages. Les paniers en bambou sont utilisés dans les installations d'élevage de type C alors que les plate-formes se retrouvent dans certaines installations de type A & B (tableau 5, volet de gauche). Cependant quel que soit l'installation, les jeunes vers à soie sont toujours élevés dans des paniers. Des fermiers qui possèdent des plate-formes peuvent aussi dans certains cas préférer utiliser des paniers pour l'élevage de leur vers âgés. Ce cas particulier a été observé à Mahasarakham pendant la saison sèche 1994-95 alors qu'en mousson, les plate-formes sont préférées par ces mêmes fermiers. Ce changement dans la méthode d'élevage d'une saison à l'autre est certainement attribué à la disponibilité en feuilles de mûrier. L'élevage en plate-forme requiert en effet des branches feuillées de mûrier qui faisaient défaut dans ces villages en saison sèche.

Pour la montée des vers, tous les sériciculteurs du

Tableau 5
Proportion de fermiers (en %) adoptant différentes méthodes d'élevage et techniques de couvreur des paniers en fonction de la province, de la saison et de leur niveau technique de gestion séricicole.

| Conditions climatiques | Province | Niveau technique | Méthode | | Matériau de couvreur des paniers | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------|------------------|---------|-------------|----------------------------------|-----|-------|-----|-----------|-----|-------|-----|
| | | | Panier | Plate-forme | Nul | | Tissu | | Plastique | | Filet | |
| | | | | | JVS | VSA | JVS | VSA | JVS | VSA | JVS | VSA |
| Saison sèche (décembre 94-juin 95) | Khon Kaen | C | 97 | 3 | 0 | 3 | 100 | 94 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| | | B&A | 67 | 33 | 15 | 46 | 74 | 50 | 11 | 4 | 0 | 0 |
| | Mahasarakham | C | 100 | 0 | 49 | 57 | 41 | 33 | 10 | 10 | 0 | 0 |
| | | B&A | 95 | 5 | 11 | 30 | 61 | 50 | 28 | 20 | 0 | 0 |
| Mousson (juillet 95-novembre 95) | Khon Kaen | C | 91 | 9 | 2 | 38 | 98 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | B&A | 68 | 32 | 24 | 56 | 73 | 44 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | Mahasarakham | C | 61 | 39 | 25 | 76 | 85 | 22 | 10 | 2 | 0 | 0 |
| | | B&A | 44 | 56 | 44 | 73 | 24 | 24 | 29 | 3 | 3 | 0 |

Stade larvaire:
JVS = Jeunes Vers à Soie (1-3ème âge)
VSA = Vers à Soie Agés (4-5ème âge)

Niveau technique de gestion séricicole:
C = bas
B&A = modéré et haut

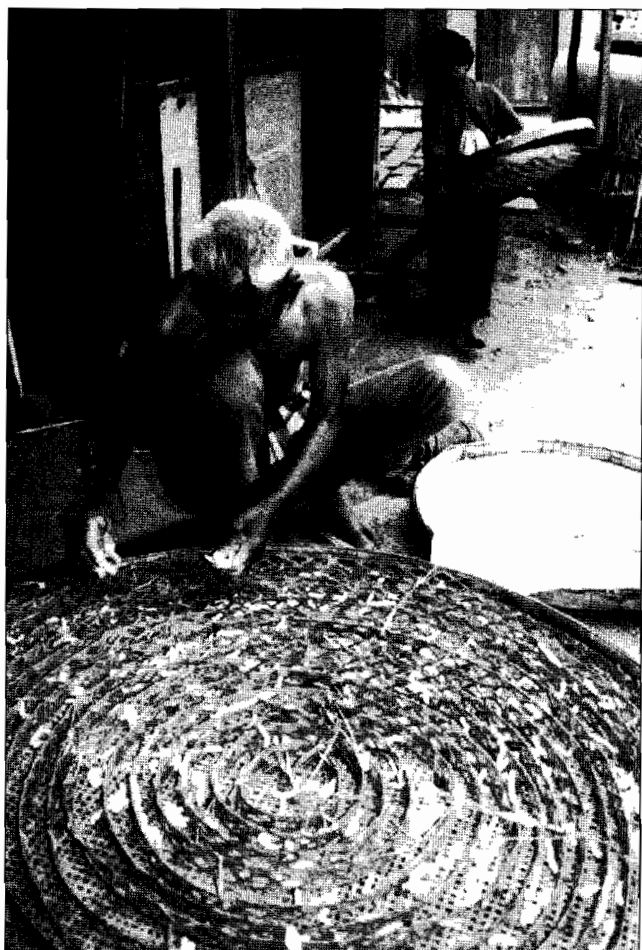


Photo 2. Disposition des vers prêts au filage sur des encabanages, région de Mahasarakham.

Nord-Est utilisent sans exception des encabanages fabriqués en bambou (photo 2).

Couvrement des paniers

Dans les villages du Nord-Est de la Thaïlande, les vers à soie sont traditionnellement élevés dans des paniers couverts de tissus usagés afin d'assurer d'une part, une protection contre les attaques des mouches uzi, rats, lézards et d'autre part, de maintenir une certaine fraîcheur aux feuilles de mûrier (photo 3).



Photo 3. Paniers d'élevage couverts de tissus, région de Mahasarakham.

Lors des visites rendues aux éleveurs des vers à soie en évaluation, l'absence ou la présence d'un matériau de couverture était notée (tableau 5, volet de droite). Pour les jeunes vers à soie, le couvreur des paniers est certainement recommandé pendant la saison sèche. A condition de laisser un passage d'air suffisant, l'utilisation de feuilles plastifiées est préférable à celle des tissus dont la désinfection est malaisée. Sur le terrain, les pratiques concernant le couvreur des paniers diffèrent en fait suivant la province considérée. Dans les villages de Khon Kaen, le couvreur par un tissu est réalisé toute l'année et seulement un faible pourcentage de fermiers disposant de meilleures installations d'élevage utilisent des feuilles plastifiées pendant la saison sèche. A Mahasarakham, l'usage du plastique est plus répandu toute l'année suite à un meilleur encadrement de la part des services de vulgarisation de cette province. Cependant, les fermiers qui ne possèdent pas de plastique préfèrent ne pas couvrir leurs vers, même avec un tissu, entraînant de ce fait un certain dessèchement de la litière pendant la saison sèche.

Pour les vers à soie âgés, il n'est normalement pas conseillé de couvrir les paniers car cela augmente inutilement l'humidité et le niveau de CO₂ dans la litière. Cependant, cette pratique reste très populaire chez les sériculteurs traditionnels. Les fermiers invoquent de sérieuses pertes due aux mouches uzi ou aux rongeurs si les paniers d'élevage restent découverts ou même couverts d'un filet. Pendant le filage, les encabanages sont également couverts de tissus ou assez souvent de filets.

Conclusions

Concernant le choix du type de ver à soie adapté aux conditions générales du Nord-Est, il est conseillé que des variétés ayant des caractéristiques similaires à celles du DOKBUA soient en priorité distribuées à la majorité des fermiers présentant un bas niveau technique de gestion séricicole et ceci de manière à remplacer les races locales de ver à soie polyvoltin. Les autres variétés plus performantes mais moins résistantes aux maladies seraient distribuées à des fermiers possédant un niveau technique de gestion séricicole plus élevé.

Pour tous les éleveurs, il est en outre indispensable de veiller à assurer de meilleures conditions de nourrissage et d'élevage. A cet effet, il s'agit de tenir compte des contraintes climatiques et de prévoir des mesures appropriées pour compenser leurs effets défavorables sur l'élevage. Les techniques séricicoles des éleveurs traditionnels étant profondément ancrées, il est préférable de suivre une approche de formation et vulgarisation essentiellement axée sur la démonstration in situ de pratiques adaptées à la situation propre à chaque village.

Références bibliographiques

1. Anonyme, 1991. Marketing and economic review of development of silk production in the north-east project, pp 43-47, Joint Secretariat Office and Ministry of Agriculture and Co-operatives, Bangkok.
2. Anonyme, 1992. Sericulture development in Thailand, pp 11-14, Department of Agriculture Extension, Bangkok.
3. Boedts, B., 1990. Les pratiques de sériciculture tropicale dans l'Etat du Karnataka, sud de l'Inde, Tropicultura, 8, 2, 94-98, Bruxelles.
4. Boedts, B., 1992. Essais préliminaires d'élevage du ver à soie au Rwanda, Séricologia, 32, 1, 105-110, Lyon.
5. Lu Yup-Lian, 1991. Silkworm diseases, FAO Agricultural Services Bulletin, 73/4, Rome.
6. Mead R., Curnow R.N., Hasted A.M., 1993. Statistical methods in agriculture and experimental biology, pp 41-57, Second edition, Chapman & Hall, Reading.
7. Nirmal Kumar, Mai Reddy, Toshio Yamamoto, 1994. Japanese system of silkworm breeding: hybrid evaluation and authorisation, Indian Silk, September, 5-11, Bombay.

B. Boedts: Belge. Ingénieur agronome. Consultant dans le projet DEVSILK, Thaïlande.

UNE FORMATION ADAPTÉE À VOS BESOINS

Songhai vous propose des formations adaptées, basées sur l'agrobiologie, intégrant la production végétale, la production animale et la pisciculture, la transformation, la commercialisation des produits, l'artisanat, les technologies appropriées, la comptabilité, la création et la gestion d'une entreprise

Opter pour un stage à Songhai, c'est se donner les moyens de :

- Développer une agriculture
- Initier une entreprise agricole
- Produire à moindre coût
- Se perfectionner

Trois formules au choix:

1. "Devenir fermier"

Production végétale, animale, pisciculture, mécanique agricole, transformation, commercialisation, et approvisionnement, artisanat, compta/gestion

Durée de stage: 3 mois

Modalités d'inscription: Tout niveau admis, 2 mois à l'avance

Frais de formation: 35.000 Fcfa + Restauration et Hébergement.

2. "Application et Etude"

Confrontation des connaissances théoriques avec la pratique du terrain

Durée de stage: 2 semaines à 3 mois

Modalités d'inscription: Tout étudiant ou spécialiste, 2 mois à l'avance

Frais de formation: 25.000 Fcfa par semaine + Restauration et Hébergement.

3. "Stage de perfectionnement"

Concrétisation de vision d'entrepreneur ou initiation des activités d'autopromotion dans vos communautés.

Durée de stage: 2 semaines par session de formation

Modalités d'inscription: 6 mois à l'avance

Frais de formation 100.000 Fcfa par module/personne

Trois sites de formation: Porto-Novo, Savalou et Parakou

Pour tout renseignement

Songhai - Porto-Novo BP 597 Rép. du Bénin

Tél: (229)22 50 92 / 22 28 81 / 22 28 84

Fax: (229)22 20 50

Messagerie: songhai.benin@intnet.bj ou songhai@sobiex.bj

Physico-chimie des fruits du safoutier (*Dacryodes edulis*) camerounais

C. Kapseu*, P.M. Mapongmetsem**, Th. Silou***, M. Roques****

Keywords: Physico-chemistry - Safou Tree - *Dacryodes edulis*

Résumé

Le safoutier (*Dacryodes edulis*) est un arbre des paysages agraires des régions tropicales. Bien que ce soit une plante à vertus multiples, elle est encore sous exploitée par manque de données expérimentales sur les propriétés physico-chimiques de ses fruits. La détermination de ces propriétés constituent l'objet de ce travail. Ses fruits, appelés safous, sont consommés dans leur région de culture. Au Cameroun, les teneurs en huile dans les pulpes des fruits varient de 47,4 à 61,1%, suivant les zones agroclimatiques: soudano sahélienne, hauts plateaux de l'Ouest et zone continentale. La composition en acides gras de cette huile, déterminée à l'aide de la chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire, montre un taux important d'acide palmitique (35,4 - 46,0% des acides gras totaux) et d'acide oléique (27,2 - 39,8%). L'analyse des triglycérides montre que 4 triglycérides seulement représentent plus de 70% des triglycérides totaux: la palmitodioléine (19,2-27%), la dipalmito-oléine (16,8-26,1%), la palmito-oléo-linoléine (14,7-18,5%), la dipalmito-linoléine (10,5-17,6%).

Summary

Safou tree (*Dacryodes edulis*) is a part of the agrarian landscapes of tropical countries. Although it is known as a multiple purposes tree, it is still underexploited. This is due to the lack of scientific knowledge and data. The aim of this work is to determine the physico-chemical properties of safou tree fruits. These fruits, called safou, are consumed less than two days after harvest. The morphologic characteristics vary according to the area and the types. In Cameroon, oil content varies from 47.4 to 61.1% according to the agro-climatic areas: soudano saharian, high lands and continental area. The fatty acid composition of the oil, determined by gas chromatographic on capillary column, is rich in palmitic acid (35.4-46.0% of total fatty acids) and in oleic acid (27.2-39.8%). Analysis of triglycerides shows that 4 triglycerides only represent more than 70% of total triglycerides: palmitodiolein (19.2-27%), dipalmito-olein (16.8-26.1%), palmito-oleo-linolein (14.7-18.5%), dipalmito-linolein (10.5-17.6 %).

Introduction

Le safoutier (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam) appartient à la famille des bursacées. C'est l'un des rares arbres forestiers à vertus multiples de la forêt dense tropicale. Malheureusement sa domestication vient à peine de commencer. La promotion tardive de la plante vient du fait qu'elle est à peine connue en Afrique (quelques pays de l'Afrique Centrale et occidentale) et totalement inconnue ailleurs. A première vue, ce retard résiderait dans le manque des données scientifiques sur la qualité et la quantité de l'huile du fruit. Silou (12) montre qu'un safoutier peut produire 7000 à 10500 fruits par arbre et qu'un fruit pèse en moyenne 32 g. Omoti et Okiy (11) estiment à 223 kg la production de fruits par arbre. Ce qui conduit à 40-50 kg d'huile par arbre si l'on retient un rendement d'extraction d'huile de 18% par rapport à la matière fraîche. Notons avec ces auteurs que le safoutier peut conduire à des productions de l'ordre de 4 à 5 tonnes d'huile par hectare.

Le safoutier se reproduit par graine. Ainsi, l'espèce comprend de nombreuses variétés qui diffèrent par certains caractères morphologiques (7). Cet arbre produit des fruits appelés safous. En coupe, le fruit montre de l'extérieur vers l'intérieur:

- un épicarpe cireux, lisse et diversement coloré: noir, violacé, bleu-vert, rouge;
- un endocarpe pulpeux qui fournit de l'huile de safou. Cette pulpe est aussi diversement colorée: verte, blanche, rouge;
- une graine entourée d'un tégument. Qualitativement, cette graine contient une huile de même profil chromatographique que celle de la pulpe. Mais, quantitativement, la composition des deux huiles est différente.

L'identification d'une variété plus productive localement pourrait apporter un plus à la promotion de la culture du safoutier. Ainsi l'examen de la bibliographie montre l'existence de données isolées sur la morpho-

* Département de Génie des Procédés et d'Ingénierie, Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI), Université de Ngaoundéré. B.P. 455 Ngaoundéré, Cameroun.

** Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, B.P. 454 Ngaoundéré Cameroun.

*** Faculté des Sciences, B.P. 69 Brazzaville, Rép. du Congo.

**** Laboratoire de Génie des Procédés de Pau, Université de Pau et des Pays de l'Adour, rue Jules-Ferry, 64000 Pau, France.

Reçu le 26.07.96 et accepté pour publication le 10.06.97.

logie et la physico-chimie des fruits. A notre connaissance, peu d'études comparatives ont été réalisées. Le manque d'informations à l'échelle nationale et régionale semble être un handicap pour les bailleurs de fonds.

L'huile de safou peut être utilisée par l'industrie alimentaire et l'industrie lipochimique (4-9). L'exploitation à l'échelle industrielle du safou passe par la calibration, la détermination des propriétés physico-chimiques du fruit et de l'huile qu'il contient.

De nombreux travaux ont été consacrés à la détermination de la composition en acides gras de l'huile de la pulpe de safou (4-8). L'influence des variétés et les conditions agro-climatiques sur la calibration des safous et sur les propriétés physico-chimiques de l'huile de la pulpe de safou du Cameroun n'a pas fait l'objet d'assez d'investigations (2-19).

Nous nous proposons de déterminer les propriétés physiques du fruit en fonction des zones agroclimatiques du Cameroun. Les propriétés chimiques, la composition en acides gras et en triglycérides de la pulpe de ce fruit ainsi que l'influence du solvant sur le rendement d'extraction sont étudiés en vue de sa valorisation.

Matériel et méthodes

Echantillonnage

Le matériel végétal utilisé dans ce travail vient de 3 zones agroclimatiques du Cameroun: hauts plateaux de l'Ouest, la zone continentale du Centre-Est et la zone soudano-sahélienne. Dans chaque zone, on distinguait de 1 à 3 provenances. Les fruits ont été cueillis à maturité avec précaution afin d'éviter les blessures. On n'a pas tenu compte de la situation géographique de l'arbre dans le champ et du fruit sur l'arbre. Le tableau 1 montre la date de floraison et de récolte en fonction des zones agroclimatiques. Le classement par ordre décroissant de date de floraison et de récolte au cours de l'année s'établit ainsi qu'il suit: zone littorale, zone continentale, zone de hauts plateaux, zone soudano-sahélienne. L'intervalle floraison/récolte est d'environ 6 mois. Le nombre de fruits utilisés pour chaque échantillon de chaque provenance était au moins égal à 6.

Les caractéristiques physiques ont été déterminées pour les fruits de chaque cultivar: la masse, la longueur, le diamètre du corps du fruit, l'épaisseur de la pulpe, et la masse de la graine.

Tableau 1
Date de floraison et de récolte des safous en fonction des zones agro-climatiques

| Zone agroclimatique | Floraison | Récolte | Intervalle de floraison/récolte | Réf. |
|---------------------|-----------------|----------------|---------------------------------|------|
| littorale | Janvier-Février | Mai-Septembre | 6 mois | (16) |
| continentale | Février-Mars | Juin-Août | 6 mois | (7) |
| hauts plateaux | Mars-Avril | Août-Septembre | 6 mois | (20) |
| soudano-sahélienne | Mars-Avril | Août-Septembre | 6 mois | (20) |

Détermination de la perte de poids des safous au cours de la conservation

Les safous en provenance de la zone continentale (Yaoundé) ont été conservés à la température ambiante. Les poids ont été relevés en fonction du temps jusqu'au ramollissement complet des safous. Ce ramollissement est estimé manuellement.

Propriétés physico-chimiques

Après observation des fruits entiers de la pulpe et la graine, ces deux parties sont séparées par section longitudinale du fruit à l'aide d'un couteau.

La teneur en eau et en matières volatiles des échantillons est déterminée par dessiccation à 105°C jusqu'à poids constant (IUPAC,(3)). L'extraction de l'huile se fait à l'hexane à chaud sur 10 g de matière d'après les normes de l'IUPAC (3). L'indice de réfraction de l'huile extraite est mesurée à 40°C à l'aide d'un réfractomètre de marque SOPELEM thermostaté. La teneur en cendres est déterminée par calcination au four selon la procédure de Mouthe (10) à température de 550°C.

Analyse des acides gras

Les réactifs

Les réactifs de qualité analytique sont les suivants: méthanol, hydroxyde de potassium.

Préparation des esters méthyliques d'acides gras

On prépare une solution d'hydroxyde de potassium en ajoutant 6,45 g de ce produit dans 50 ml de méthanol. Dans un tube à essai, on pèse 0,5 g de matière grasse, on y ajoute 4,5 ml de méthanol. La solution est soigneusement agitée, puis on rajoute 0,25 ml de solution méthanolique d'hydroxyde de potassium. Le mélange est agité pendant 1 minute et laissé au repos. Au bout de 3 heures de repos, 1 ml de l'échantillon est aspiré à l'aide d'une seringue et introduit dans le chromatographe.

Mode opératoire de la chromatographie

L'appareil utilisé est le chromatographe Girdel série 30 muni d'un détecteur à ionisation de flamme. Les conditions opératoires sont les suivantes:

- 1) colonne de 3 m de long et 1/8 in. de diamètre interne, en acier inox, garnie de DEGS 4% sur chromasorb 80/100 mesh conditionnée à 200°C;
- 2) température constante de four à 180°C;
- 3) température à l'injection 230°C;
- 4) température du détecteur 230°C;
- 5) perte de charge de 1 bar pour le gaz vecteur (azote);
- 6) les débits d'air et d'hydrogène sont respectivement de 150 ml/min et de 30 ml/min.

L'intégrateur est du type ICR-IB Intersmat.

Analyse des Triglycérides

Les triglycérides sont analysés par chromatographie liquide haute performance à phase inverse à l'aide de l'appareillage suivant: waters 510; système d'injection automatique: waters 717 plus, deux colonnes en série (NOVA-PAK C18, 5 µm 150 mm x 3,9 mm de diamètre intérieur, maintenus à une température constante 32°C

(Waters Associates, Millford, MA). Le logiciel Millennium 2010 option PDA version 2.0 est utilisé pour l'acquisition des données, le contrôle du système chromatographique et le traitement des résultats.

Le détecteur à diffusion laser est le modèle SEDEX 55 (S.E.D.E.R.E., France). Les analyses sont effectuées à 32,0°C en isocratie avec un mélange acétone: acétonitrile (0,47:0,33 v/v). Le débit du mélange est de 0,8 ml/min. Les solvants sont dégazés avant leur utilisation.

Les triacylglycérols (TG) sont séparés selon leur nombre de partition. Ce nombre est défini comme étant le nombre de carbone moins deux fois le nombre de doubles liaisons. Cependant cette méthode ne permet pas de distinguer les isomères de position 1,3 ou 1,2. Ainsi, les triglycérides tels que POS, SOP, PSO, OSP, OPS et SPO sont identiques d'après leur notation. L'identification des pics est faite à partir des profils chromatographiques d'huiles bien connues comme l'huile de coton et des standards de triglycérides purs (Sigma, MO, USA).

Calculs

Les analyses statistiques comparatives sur les échantillons sont effectuées avec un seuil de probabilité de 5% en utilisant le t-Test de student.

Résultats et discussion

Caractéristiques morphologiques

Les tableaux 2 à 5 présentent quelques données statistiques sur les caractéristiques morphologiques des deux cultivars provenant de trois zones agroclimatiques. La différence entre la masse de la graine des deux cultivars devient significative au seuil de 5% dans les trois zones étudiées. Il en est de même pour certains autres caractères: la masse du fruit et l'épaisseur de la pulpe (excepté dans la zone soudano-sahélienne).

Le nombre de lobes de la graine des deux cultivars de toutes les provenances présente une différence non significative au seuil de 5%. Ceci montre bien que le safou est une dicotylédone pentalobée.

Dans la provenance continentale (Belabo), on note une différence significative au niveau de tous les caractères sauf le nombre de lobes. Cette variabilité au sein d'une même zone agroclimatique suggère l'influence des facteurs endogènes propres à chaque cultivar.

Il convient de faire remarquer que les deux cultivars de la zone soudano-sahélienne sont voisins et proviennent de la même graine. Ceci justifierait la différence non significative des caractères physiques de ces deux cultivars, sauf celui de la masse de la graine.

Détermination de la perte de poids des safous au cours de la conservation

La figure 1 représente un profil-type de variation du poids de safou au cours de la conservation. On consta-

Tableau 2
Etude statistique de paramètres morphologiques des safous d'origine continentale centre (Yaoundé)

| Paramètre | Cultivar | | | | | | | | | | test de Student |
|------------------------------|-----------|------------|---------|------|------|-----------|------------|---------|------|------|-----------------|
| | Yaoundé 1 | | | | | Yaoundé 2 | | | | | |
| | moyenne | Ecart-type | Err.Std | Max. | Min. | moyenne | Ecart-type | Err.Std | Max | Min. | |
| nombre de fruits | 25 | | | | | 25 | | | | | |
| masse du fruit | 46,9 | 8 | 1,6 | 63,6 | 33,9 | 40,1 | 3,6 | 0,7 | 46,2 | 31,9 | * |
| longueur du fruit (mm) | 72,7 | 4,9 | 1 | 85 | 63 | 69,4 | 2,6 | 0,5 | 74,5 | 63,7 | * |
| diamètre du fruit (mm) | 34,7 | 2,3 | 0,5 | 40 | 31,4 | 32 | 1,4 | 0,2 | 35,6 | 30 | ns |
| épaisseur de la pulpe (mm) | 5,3 | 1 | 0,2 | 7 | 3 | 3,7 | 0,4 | 0,1 | 4,5 | 3 | * |
| masse de la graine (g) | 12,2 | 2,1 | 0,4 | 16,6 | 8,4 | 17,8 | 1,8 | 0,3 | 21,1 | 14,2 | * |
| nombre de lobes de la graine | 9,7 | 1,1 | 0,2 | 13 | 8 | 9,8 | 0,8 | 0,1 | 10 | 6 | ns |

* différences significatives au seuil de 5% en appliquant le test le test t de Student

ns: différences non significatives au seuil de 5% en appliquant le test le test t de Student

Tableau 3
Etude statistique des paramètres morphologiques des safous d'origine continentale Est (Belabo)

| Paramètre | Cultivar | | | | | | | | | | test de Student |
|------------------------------|----------|------------|---------|------|------|----------|------------|---------|------|------|-----------------|
| | Belabo 1 | | | | | Belabo 2 | | | | | |
| | moyenne | Ecart-type | Err.Std | Max. | Min. | moyenne | Ecart-type | Err.Std | Max | Min. | |
| nombre de fruits | 10 | | | | | 10 | | | | | |
| masse de fruit | 46,9 | 3,2 | 1,0 | 55,1 | 42,8 | 51,2 | 3,5 | 1,1 | 55,3 | 45,3 | * |
| longueur du fruit (mm) | 77,7 | 2,6 | 0,8 | 82,9 | 74,6 | 60,9 | 1,8 | 0,5 | 64 | 58,6 | * |
| diamètre du fruit (mm) | 35,2 | 0,9 | 0,3 | 36,6 | 34,0 | 39,9 | 1,7 | 0,5 | 42,2 | 37,5 | * |
| masse de la pulpe (g) | 25,0 | 2,3 | 0,7 | 29,5 | 22,0 | 30,7 | 2,2 | 0,7 | 34,0 | 27,1 | * |
| épaisseur de la pulpe (mm) | 5,2 | 0,4 | 0,1 | 6,1 | 4,3 | 6,4 | 0,4 | 0,1 | 7,4 | 5,8 | * |
| longueur de la graine (mm) | 51,6 | 3,1 | 0,9 | 57,3 | 45,5 | 39,5 | 2,8 | 0,9 | 45,9 | 36,6 | * |
| diamètre de la graine (mm) | 24,7 | 0,9 | 0,3 | 26,1 | 23,4 | 26,0 | 1,4 | 0,4 | 27,6 | 23,7 | * |
| masse de la graine (g) | 16,1 | 1,0 | 0,7 | 17,8 | 14,1 | 11,3 | 1,1 | 0,3 | 13,1 | 9,9 | * |
| nombre de lobes de la graine | 9,6 | 1,8 | 0,6 | 12 | 5 | 9,7 | 0,4 | 0,1 | 10 | 9 | ns |

*: différences significatives au seuil de 5% en appliquant le test le test t de Student

ns: différences non significatives au seuil de 5% en appliquant le test le test t de Student

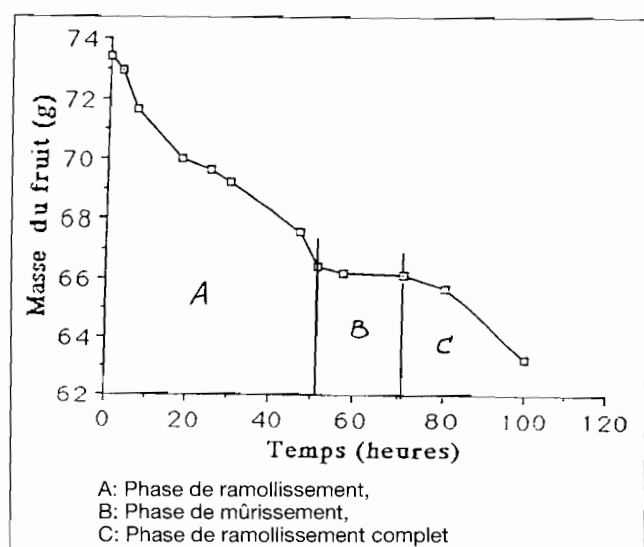


Figure 1. Profil type de variation du poids de safou au cours de la conservation.

te que le poids décroît en fonction du temps. Le ramollissement de la pulpe se fait progressivement jusqu'à 50 heures. Après deux jours, le poids reste constant pendant environ 10 heures avant de chuter. Ce comportement du safou montre trois phases: une phase de ramollissement pendant 2 jours, une phase de mûrissement interne au cours de laquelle se passeraient des réactions métaboliques (environ 10

heures) et une phase de ramollissement complet. Ce résultat indique que le safou doit être consommé dans les deux jours qui suivent sa récolte.

Caractéristiques physico-chimiques

Il ressort des résultats du tableau 6 que la teneur en eau et en huile de la pulpe varient en fonction des zones agroclimatiques et à l'intérieur de chaque zone en fonction des cultivars.

La teneur en eau varie de 72,9% à 52,7%. La plus forte teneur en eau se retrouve dans la zone soudano-sahélienne alors que la plus faible se trouve dans la zone de hauts plateaux.

La teneur en huile varie de 61,1% à 47,4%. La plus forte teneur se rencontre dans la zone des hauts plateaux et la plus faible dans la zone continentale. Le tableau 7 présente la variation des caractéristiques physico-chimiques en fonction du solvant d'extraction sur des échantillons en provenance de la zone continentale (Yaoundé). Il ressort que le classement par ordre de rendement d'extraction décroissant est le suivant: hexane, mélange hexane/éthanol et éthanol.

L'écart entre l'hexane et l'éthanol est de 8 points. Ceci montre bien pourquoi l'hexane est souvent utilisé pour l'extraction des huiles. Les couleurs des huiles varient aussi en fonction des solvants d'extraction.

La teneur en cendres est la plus forte avec l'hexane puis avec le mélange hexane/éthanol et enfin avec l'éthanol.

Tableau 4
Etude statistique des paramètres morphologiques des safous d'origine hauts plateaux (Badjoun)

| Paramètre | Cultivar | | | | | | | | | | test de Student |
|------------------------------|-----------|------------|---------|------|------|-----------|------------|---------|------|------|-----------------|
| | Badjoun 1 | | | | | Badjoun 2 | | | | | |
| | moyenne | Ecart-type | Err.Std | Max. | Min. | moyenne | Ecart-type | Err.Std | Max | Min. | |
| nombre de fruits | 10 | | | | | 10 | | | | | |
| masse du fruit | 54,4 | 6,7 | 2,1 | 63,1 | 43,3 | 34,9 | 5,9 | 1,9 | 42,1 | 25 | * |
| longueur du fruit (mm) | 64,9 | 2,7 | 0,8 | 71,1 | 62,1 | 63 | 3,3 | 1 | 67,3 | 56,7 | ns |
| diamètre du fruit (mm) | 35,5 | 1,6 | 0,5 | 38,5 | 32,8 | 27,8 | 0,6 | 0,2 | 28,6 | 26,6 | * |
| masse de la pulpe (g) | 36,8 | 4,7 | 1,5 | 45,8 | 28,4 | 23,9 | 5,9 | 1,9 | 31,7 | 11,6 | * |
| épaisseur de la pulpe (mm) | 6,4 | 0,6 | 0,2 | 7,6 | 5,4 | 5,2 | 0,6 | 0,2 | 6,1 | 4,3 | * |
| longueur de la graine (mm) | 44,5 | 5 | 1,6 | 50,4 | 32,7 | 42,4 | 3,5 | 1,1 | 47,9 | 37,1 | ns |
| diamètre de la graine (mm) | 23,3 | 7,0 | 2,2 | 26,9 | 3,7 | 20,2 | 1,5 | 0,5 | 22,6 | 17,8 | ns |
| masse de graine (g) | 16,1 | 4 | 0,6 | 20,8 | 10,3 | 10,9 | 1,8 | 0,5 | 14,2 | 8,2 | * |
| nombre de lobes de la graine | 10,1 | 0,3 | 0,1 | 11 | 10 | 10,1 | 0,3 | 0,1 | 11 | 10 | ns |

*: différences significatives au seuil de 5% en appliquant le test le test t de Student

ns: différences non significatives au seuil de 5% en appliquant le test le test t de Student

Tableau 5
Etude statistique des paramètres morphologiques des safous d'origine soudano-sahélienne (Ngaoundéré)

| Paramètre | Cultivar | | | | | | | | | | test de Student |
|------------------------------|--------------|------------|---------|------|------|--------------|------------|---------|------|------|-----------------|
| | Ngaoundéré 1 | | | | | Ngaoundéré 2 | | | | | |
| | moyenne | Ecart-type | Err.Std | Max. | Min. | moyenne | Ecart-type | Err.Std | Max | Min. | |
| nombre de fruits | 6 | | | | | 6 | | | | | |
| masse du fruit | 47,9 | 8 | 4,6 | 56,2 | 40,1 | 51,6 | 8,9 | 5,1 | 58,4 | 41,5 | ns |
| longueur du fruit (mm) | 69,3 | 7 | 4 | 76,8 | 62,9 | 73,2 | 2,2 | 1,2 | 75,5 | 71 | ns |
| diamètre du fruit (mm) | 38,7 | 2,6 | 1,5 | 41,2 | 36 | 37,6 | 2,1 | 1,2 | 40 | 35,9 | ns |
| masse de la pulpe (g) | 40,7 | 7,3 | 4,2 | 47,2 | 32,8 | 37 | 3,7 | 2,1 | 40,9 | 33,5 | ns |
| épaisseur de la pulpe (mm) | 7,2 | 0,7 | 0,4 | 7,7 | 6,3 | 6,3 | 0,4 | 0,2 | 6,8 | 6 | ns |
| longueur de la graine (mm) | 32,2 | 5,4 | 3,1 | 38 | 27,3 | 39,7 | 4,7 | 2,7 | 44,3 | 34,9 | ns |
| diamètre de la graine (mm) | 19 | 2,5 | 1,5 | 21,3 | 16,2 | 24,7 | 0,7 | 0,4 | 25,5 | 24 | ns |
| masse de la graine (g) | 6,3 | 1,8 | 1 | 7,9 | 4,4 | 14,4 | 5,9 | 3,4 | 18,2 | 7,5 | * |
| nombre de lobes de la graine | 9,3 | 1,1 | 0,7 | 10 | 8 | 15,7 | 5,1 | 2,9 | 20 | 10 | ns |

*: différences significatives au seuil de 5% en appliquant le test le test t de Student

ns: différences non significatives au seuil de 5% en appliquant le test le test t de Student

Tableau 6
Teneur en eau et en huile de la pulpe des safous en fonction de la provenance

| Paramètre (%) | Hauts plateaux | | | Soudano-sahélienne | | Continentale | | | |
|---|----------------|------|------|--------------------|------|--------------|--------|------|------|
| | Badjoun | | | Ngaoundéré | | Yaoundé | Belabo | | |
| Cultivar | B1 | B2 | B3 | N1 | N2 | Y1 | SM1 | SM2 | SM3 |
| Teneur en eau et matières volatiles par rapport à la matière humide | 60,1 | 63,8 | 52,7 | 71,4 | 72,9 | 68,6 | 70 | 69,7 | 68,8 |
| Teneur en matières sèches par rapport à la matière humide | 39,1 | 36,2 | 47,3 | 28,6 | 27,1 | 31,4 | 30 | 30,3 | 31,2 |
| Teneur en huile par rapport à la matière humide | | | | | | 21,0 | | | |
| Taux d'huile par rapport à la matière sèche | 61,1 | 61,5 | 57,4 | 53 | 52,2 | 47,4 | 50,6 | 54,3 | 56,7 |
| Teneur en cendres par rapport à la matière sèche | | | | | | 0,8 | | | |
| Taux de cendres par rapport à la matière sèche | | | | | | 2,5 | | | |

Tableau 7

Variation des caractéristiques physico-chimiques de l'huile de la pulpe des safous en fonction du solvant d'extraction (durée de l'extraction: 3 heures) en provenance de la zone à climat continental (Yaoundé)

| Paramètre | Solvant | | |
|--|-----------------|------------------------------|---------|
| | Hexane | Hexane/Ethanol (3/2 vol/vol) | Ethanol |
| Rendement d'extraction d'huile par rapport de la M.S. | 47,4 | 45,8 | 39,2 |
| Indice de refraction | 1,460 | 1,461 | 1,463 |
| Couleur de l'huile | jaune-brillante | verte-jaune | verte |
| Teneur en cendres dans les tourteaux % matières sèches | 3,2 | 2,1 | 1,4 |

Tableau 8

Influence régionale et variétale sur la composition en acides gras de l'huile de la pulpe de safou

| Région | Hauts Plateaux | | | Soudano-Sahélienne | | Continentale | | |
|--------|----------------|------|------|--------------------|------|--------------|--------|------|
| | Badjoun | | | Ngaoundéré | | Yaoundé | Belabo | |
| AG(%) | B1 | B2 | B3 | N1 | N2 | Y1 | SM1 | SM2 |
| C16:0 | 35,4 | 42,3 | 44,6 | 43,5 | 45,4 | 44,6 | 46,0 | 43,3 |
| C18:0 | 1,1 | 1,0 | 1,7 | 2,0 | 1,6 | 1,6 | 0,8 | |
| C18:1 | 39,8 | 32,3 | 30,9 | 33,2 | 38,1 | 28,7 | 27,2 | 35,4 |
| 18:2 | 23,5 | 24,3 | 22,2 | 20,5 | 13,7 | 23,9 | 24,8 | 20,7 |
| 18:3 | | | 0,1 | 0,2 | | 0,8 | 0,5 | 0,2 |

Tableau 9

Influence régionale et variétale sur la composition en triglycérides de l'huile de la pulpe de safou*

| Région | Hauts plateaux | | | | Soudano-sahélienne | | Continentale | | | | |
|--------|----------------|------|------|------|--------------------|------|--------------|------|--------|------|------|
| | Bandjoun | | | | Ngaoundéré | | Yaoundé | | Belabo | | |
| TG | TR | B1S | B2S | B3S | M4S | M5S | K46 | K47 | SM1 | SM2 | SM3 |
| LnLL | 13.3 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.9 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | | 0.1 |
| LLL | 13.5 | 0.2 | 0.1 | | 0.1 | | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.1 |
| OOO | 14.2 | | 0.5 | 1 | 0.3 | 0.5 | | | | | 0.7 |
| LLO | 16.5 | 3.5 | 3.4 | 2.4 | 1.3 | 1.1 | 1 | 0.8 | 2.9 | 0.9 | 0.4 |
| LLP | 17.4 | 10 | 10.4 | 11.1 | 10.7 | 7.2 | 13.4 | 9.6 | 10.2 | 2.2 | 9.9 |
| SLL | 17.7 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 13.4 | 0.4 |
| | 18.1 | | | | | | 0.2 | 0.3 | | | 0.6 |
| LOO | 21.1 | 5.2 | 4.7 | 3.9 | 1.5 | 2.2 | 1.5 | 1.1 | 4.8 | 2.4 | 1.3 |
| LOP | 22.2 | 16.5 | 16 | 15.2 | 15.4 | 15.9 | 16.3 | 14.7 | 15.4 | 18.5 | 15.3 |
| LPP | 23.5 | 11.2 | 13.9 | 14.9 | 15.4 | 10.5 | 16.4 | 16.4 | 14 | 17.6 | 16.1 |
| OOO | 27.4 | 8.6 | 5.8 | 3.4 | 3.3 | 5 | 1.9 | 2.5 | 6.7 | 1.8 | 2.7 |
| OOP | 29.1 | 23 | 19.7 | 20.2 | 21.6 | 27.1 | 20 | 21.9 | 20.3 | 19.2 | 22.4 |
| POP | 31 | 16.8 | 19.3 | 21.8 | 23.6 | 24.9 | 22.9 | 26.1 | 19.8 | 20.4 | 25.4 |
| PPP | 32.8 | 0.5 | 1.1 | 1 | 1 | 0.8 | 0.6 | 2.1 | 0.9 | 0.6 | 2.1 |
| POS | 37.3 | 1.5 | 1.2 | 1.3 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 0.8 | 1.2 | 0.5 | 0.3 |
| PPS | 39.2 | 1.5 | 2 | 2.7 | 1.5 | 1.6 | 2.6 | 2 | 1.7 | 0.7 | 0.9 |

* Teneur exprimée en % de surface déterminée par chromatographie liquide haute performance.

Composition en acides gras

Il ressort du tableau 8 que la composition en acides gras de la pulpe de safou varie en fonction de la région agroclimatique et du cultivar. L'acide palmitique C16:0 varie de 35,4 à 46,0 %, l'acide stéarique varie de 0 à 2 %, l'acide oléique varie de 27,2 à 39,8 %. Il apparaît que la pulpe de safou est composée par ordre d'importance décroissante de l'acide palmitique C16:0, acide oléique C18:1, acide linoléique C18:2, acide stéarique C18:0 et acide linoléique C18:3.

L'huile de safou est de type palmito-oléique. Ceci la rapproche de l'huile de palme à laquelle elle peut se substituer (5).

Composition en triglycérides

Le tableau 9 présente la variation de la composition en triglycérides (TG) de la pulpe de safou en fonction de la région agroclimatique et du cultivar. Il ressort que 15 TG ont été identifiés selon une méthode décrite par Kapseu et Tchiegang (6). L'huile de la pulpe de safou est principalement composé de 4 TG représentant en moyenne plus de 70% des triglycérides totaux: la palmitodioléine varie de 19,2% (zone continentale) à 27% (zone Soudano-Sahélienne), la dipalmitooléine varie de 1,8 % (zone des hauts plateaux) à 26,1 % (zone continentale), la palmito-oléo-linoléine varie de 14,7% à 18,5%, la dipalmito-linoléine varie de 10,5% (zone Soudano-Sahélienne) à 17,6% (zone continentale).

Les résultats montrent que la région agroclimatique a une influence sur la composition en TG et à l'intérieur

d'une même région on observe des variations selon le cultivar.

Conclusions

Les résultats de nos travaux montrent une variation significative entre les paramètres morphologiques des safous en provenance des trois zones agroclimatiques du Cameroun. La transformation industrielle du safou nécessite la maîtrise de l'influence variétale sur les propriétés physico-chimiques. Dans les pays où la transformation des produits agricoles est faite sur place, l'équilibre ville-campagne est meilleur et l'exode rural plus faible. Le safou se ramollit complètement 2 jours après sa récolte. Il s'agit pour le paysan de conserver le safou, très périssable, pour le consommer au moment de la soudure avant la récolte et de procéder à des échanges locaux sur les marchés traditionnels. Des études complémentaires restent cependant nécessaires pour une meilleure caractérisation variétale de ce produit dont la valorisation pourrait contribuer à augmenter les revenus des masses paysannes.

Remerciements

Les auteurs remercient le Fonds International de la Coopération Universitaire (FICU) de l'Association des Universités Partiellement ou Entièrement de Langue Française (AUPELF) pour l'aide financière apportée à ce travail. Les remerciements vont également au Professeur M. Parmentier (LPGA, ENSAIA, INPL, Nancy) pour ses précieux conseils.

Références bibliographiques

1. Bezard J., Silou Th., Sempore G. & Kiakouama S., 1991. Contribution à l'étude de *Dacryodes edulis*. Variation de la composition de la fraction glycéridique de l'huile de la pulpe de safou en fonction de la maturité du produit. Rev. Fr. des corps gras, **38**, 7/8, 233-241.
2. Djouta K.G., 1995. Influence des cultivars de safoutiers sur quelques propriétés physico-chimiques de leurs fruits, Mémoire de stage, ENSAI, Ngaoundéré, Cameroun, 60 pp.
3. IUPAC, 1979. Méthodes d'analyses des matières grasses et dérivés. Sixième édition, première partie, Institut des corps gras, Paris (France) 1-122.
4. Kapseu C., 1993. Improvement of new sources of vegetable oil in Cameroon, Final technical report of ATLAS/AAI project, Dairy Science Department, OARDC/OSU, Wooster, Ohio, USA, 60 pp.
5. Kapseu C. & Parmentier M., 1996. Composition en acides gras de quelques huiles végétales du Cameroun, Sci. des Aliments (sous presse).
6. Kapseu C. & Tchiegang C., 1996. Composition de l'huile des fruits de deux cultivars de safou du Cameroun, Fruits, **51**, 3, 1-7.
7. Kengue J., 1990. Le safoutier, premières données sur la morphologie et la biologie d'une Burséracée fruitière et Oléifère d'origine africaine. Thèse, Université de Yaoundé (Cameroun), 154 pp.
8. Kinkela T. & Bezard J., 1993. Les lipides de quelques produits alimentaires congolais, Sci. des Aliments, **13**, 57-575.
9. Kinkela T. & Bezard J., 1993. Etude de la structure des triacylglycérols de l'huile de la pulpe de safou (*Dacryodes edulis*) Rev. Fr. des corps gras, **40**, 11/12, 373-382.
10. Mouthe A., 1992. Etude de l'extraction des huiles d'avocat, de safou, de courges de "ndjansang" et de "Tiger Nut", Mémoire de fin d'études, ENSIAAC, Université de Ngaoundéré, Cameroun, 51 pp.
11. Omoti U. et Okiy A., 1987. Characteristics and composition of the pulp oil and cake of the african pear (*Dacryodes edulis* (G. Don, H.J. Lam). J.Sci. Food Agric., **38**, 1, 67-72.
12. Silou Th., 1994. Le safou (*Dacryodes edulis* H.J. Lam) Oléagineux à vocation régionale dans le golfe de Guinée. Synthèse des données physico-chimiques et technologiques, Actes du séminaire régional sur la valorisation du Safoutier, IRA, 4-6 Octobre 1994, Douala, pp. 123-142.
13. Silou T., Goma Maniongui P., Ouamba J.M., 1991. Séchage de la pulpe de safou, Résultats préliminaires, Tropicultura **9**, 2, 61-68.
14. Silou T., Moussata C.O., 1991. Essai de décoloration de l'huile de la pulpe de safou (*Dacryodes edulis*), Rev. Fr. des corps gras, **38**, 9/10, 315-320.
15. Tchendji C., Severin M., Wathélet J.P. & Deroanne C., 1981. Composition de la graisse de *Dacryodes edulis* (G. Don, H.J. Lam), Rev. Fr. des Corps Gras, **28**, 123-126.
16. Tchio F. & Kengue J., 1994. Caractéristiques du safoutier (*Dacryodes edulis* H.J. Lam): premiers résultats obtenus dans une parcelle de sémis à la station IRA de Njombé, Actes du séminaire régional sur la valorisation du Safoutier, IRA, 4-6 Octobre 1994, Douala, pp. 50-61.
17. Tchomba M., 1994. Etude des propriétés chimiques de quelques huiles végétales du Cameroun: application à la fabrication du savon, mémoire de fin d'études, ENSIAAC, Université de Ngaoundéré, Cameroun, 50 pp.
18. Ucciani E. & Busson F., 1963. Contribution à l'étude des corps gras de *Pachylobus edulis* DON. (Burséracées). Oléagineux, **18**, 4, 253-255.
19. Youmbi E., Clair-Maczulajty & Bory G., 1989. Variations de la composition chimique des fruits de *Dacryodes edulis* DON, LAM, Fruits, **44**, 3, 149-153.
20. Westphal E., 1981. Agriculture autochtone au Cameroun. H. Veenman and Zonen B.V., Wageningen, Pays-Bas, 175 pp.

NOTES TECHNIQUES

TECHNICAL NOTES

TECHNISCHE NOTA'S

NOTAS TÉCNICAS

Distribution des attaques des arthropodes terricoles sur l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) au Burkina Faso

I. O. Dicko*, S. Troaoré**, D. Traoré** & B. Dao*

Keywords: Peanut - *Arachis hypogaea* L. - Damage - Termites - Millepedes - Distribution - Yield - Aflatoxin

Résumé

Une étude a été menée de novembre à décembre 1996, dans cinq provinces principales productrices de l'arachide au Burkina Faso, Afrique de l'ouest. L'objectif visé était d'établir la distribution et de quantifier les dégâts des termites et des iules sur les gousses de l'arachide. Vingt-sept (27) échantillons de 100 gousses chacun ont été prélevés des stocks des producteurs agricoles par province, soit un total de 135 échantillons inventoriés au cours de l'étude.

Les dégâts sur les gousses par les termites ont atteint 30 à 40 % dans certaines provinces, tandis que le maximum observé sur les dégâts des iules n'a pas dépassé 3%. Les dégâts dus aux termites s'amplifient au fur et à mesure que l'on va du sud-ouest à l'est du Burkina Faso. C'est le résultat de l'utilisation des variétés particulièrement sensibles aux termites dans les provinces de l'est, variétés telles que la Te3, prouvée très sensible aux attaques de ces insectes nuisibles.

Les corrélations entre les rendements en gousses et en graines de l'arachide et l'importance des attaques des termites et des iules n'ont pas été significatives ($P=0,8$ et $2,4$, respectivement). Néanmoins, comme cela a été établi par plusieurs auteurs, l'impact nocif de la scarification par les termites et la perforation des gousses par les iules résulte plus de la contamination des graines par la substance cancérigène qu'est l'aflatoxine causée par l'invasion des graines par *Aspergillus* sp. que des pertes quantitatives de rendements.

Il s'avère ainsi urgent de développer et de vulgariser des méthodes efficaces de lutte, économiquement accessibles aux producteurs ruraux du Burkina Faso. Une de ces méthodes serait l'utilisation de variétés d'arachide résistantes. Des sources prometteuses, telles que les variétés NCac 2243 et Ncac 343, ont été identifiées par plusieurs études.

Summary

Studies were conducted in five districts of Burkina Faso, West Africa from November to December, 1996. The objectives aimed at establishing spatial distribution and quantifying the level of damages on peanut pods by soil arthropods, termites and millepedes.

Twenty seven samples of 100 pods each were taken from farmers' stocks in each district, which made a total of 135 pod samples examined. Damage was determined in each district by counting scarified pods by termites and perforated pods by millepedes and converting obtained numbers in percents.

Results show that termites and millepedes cause damages throughout the five districts, with termites causing damages, as high as 30-40% in some districts, compared to damages caused by millepedes which rarely exceeded 3%. While damage degrees by termites were found to vary with districts, distribution of millepede damages was fairly uniform throughout the study area. The observed differential distribution of termite damages is thought to be due to farmers growing susceptible varieties in eastern districts, varieties such as Te3, proven to be highly susceptible to termites.

Neither peanut pod weight, nor grain weight was significantly correlated with damages by termites and millepedes. However, it is highly likely that damages by the two soil arthropods increase grain contamination by the known carcinogenic substance, aflatoxin, by allowing pod penetration and grain invasion by the aflatoxin-producing fungus, *Aspergillus* sp. This suggests that there is an urgent need for efficient control methods to be developed and applied, not only to reduce peanut yield loss, but also to help preserve human health.

One of these methods could be the use by local farmers of resistant varieties which have been shown by several authors to be efficient against termites and millepedes. Such varieties include Ncac 2243 and Ncac 343.

* Université de Ouagadougou, B.P. 7021, Burkina Faso

** INERA, B.P. 7192, Ouagadougou-01, Burkina Faso

Reçu le 18.03.97 et accepté pour publication le 06.05.98.

Introduction

L'arachide, *Arachis hypogaea* L., est une importante culture vivrière et de rente au Burkina Faso. Cultivée essentiellement par les femmes sur plus de 273.000 hectares (6), les rendements locaux en graines de la légumineuse restent faibles et dépassent rarement les 0,5 tonne/hectare, contre 3 tonnes/hectare observés ailleurs (3).

De tous les facteurs limitant le rendement de l'arachide au Burkina Faso, l'insuffisance et l'irrégularité des pluies, la pauvreté des sols en calcium (11), les attaques des phytopathogènes (16) et la déprédation par les insectes nuisibles (1,4,17) sont probablement les plus importants.

Les thrips (*Thripidae*), les termites (*Microtermes* sp.: Termitidae) et les iules (*Diplopoda*) ont été identifiés par Lynch et al. (13) comme étant les arthropodes ravageurs de l'arachide dans la région centrale du Burkina Faso (Ouagadougou). Les mêmes auteurs rapportent des pourcentages de dégâts sur les gousses de l'arachide aussi élevés que 46%, dus aux attaques des termites et des iules.

La présente étude a pour objectif d'établir la distribution et de quantifier les dégâts des termites et des iules dans les principales provinces productrices de l'arachide au Burkina Faso.

Matériel et méthodes

L'étude a été menée de novembre à décembre 1996 dans cinq provinces choisies parmi les principales productrices d'arachide au Burkina Faso. Les provinces concernées, réparties du sud-ouest à l'est du pays, incluent: la Comoé, le Houet, le Mouhoun, le Boulgou et le N'Gourma (Figure 1). Trois villages par province et trois producteurs par village ont été retenus.

L'étude a consisté en des prélèvements, à la récolte, des échantillons de 3x100 gousses d'arachide/producteur. Ainsi, un total de 135 échantillons de 100 gousses chacun ont été évalués pour la quantification des dégâts des termites (scarification des coques) et des iules (perforation des coques).

Bien que les variétés d'arachides cultivées dans la zone de l'étude n'aient pu être formellement identifiées, les enquêtes menées auprès des encadreurs ruraux ont révélé qu'elles seraient probablement d'origine RMP 40 dans les provinces de la Comoé, du Houet et du Mouhoun et d'origine Te3 ou TS 32-1 dans les provinces du Boulgou et du N'Gourma (2).

La quantification des dégâts a été effectuée par comptage et détermination du nombre des gousses scarifiées (termites) ou perforées (iules). Les nombres ainsi obtenus ont été convertis en pourcentages ayant permis de déterminer les taux d'attaques de ces arthropodes terricoles.

Les données sur les dégâts et les données sur les rendements en gousses et en graines de l'arachide ont été analysées à l'aide du logiciel STATITCF (8) et la séparation des moyennes effectuée par le test de Newman-Keuls (15).

Résultats

Dégâts des arthropodes terricoles sur les gousses

Les données sur les pourcentages de scarification des

Tableau 1
Distribution et impact des attaques des termites et des iules sur la production de l'arachide au Burkina Faso, 1996

| Province | Village | Sévérité des attaques (%) | | Rendements (grammes) | |
|----------|--------------|---------------------------|-------|----------------------|--------|
| | | A* | B | C | D |
| Comoé | Banfara | 30,1 | 1,4 | 37,2 | 71,7 |
| | Douna | 6,9 | 6,4 | 102,2 | 68,6 |
| | Wolonkoto | 16,4 | 3,5 | 89,8 | 61,9 |
| | X | 17,8 a** | 3,8 a | 76,4 a | 67,4 a |
| Houet | Bama | 32,8 | 1,2 | 86,0 | 58,6 |
| | Léna | 30,9 | 1,1 | 98,5 | 64,9 |
| | Sogossagasso | 18,7 | 1,6 | 81,5 | 55,6 |
| | X | 27,5 a | 1,3 a | 88,7 a | 59,7 a |
| Mouhoun | Fakouna | 31,0 | 2,7 | 79,8 | 57,7 |
| | Kamandena | 23,9 | 0,9 | 72,6 | 52,2 |
| | Souri | 34,6 | 3,2 | 72,6 | 55,2 |
| | X | 29,8 a | 2,3 a | 75,0 a | 55,0 a |
| Boulgou | Kéogo | 22,3 | 1,3 | 79,3 | 55,7 |
| | Samagou | 44,0 | 0 | 63,4 | 45,6 |
| | Tarzemgogo | 42,7 | 0,7 | 77,6 | 61,7 |
| | X | 36,3 a | 0,7 a | 73,4 a | 54,3 a |
| N'Gourma | Diapangou | 33,0 | 3,0 | 73,8 | 53,8 |
| | Kouaré | 35,5 | 1,8 | 60,5 | 68,3 |
| | Ountandéni | 45,0 | 4,5 | 75,5 | 55,4 |
| | X | 37,8 a | 3,1 a | 70,0 a | 59,1 a |

* A = % de gousses carifiées par les termites; B = % de gousses perforées par les iules; C = poids moyen de 100 gousses; D = poids moyen des graines de 100 gousses.

** Les moyennes de la même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes au niveau de signification $\alpha = 0,05$ selon le test de Newman - Keuls (15).

gousses par les termites et de perforation par les iules sont résumées dans le tableau 1. Ce tableau indique que les dégâts des deux arthropodes terricoles sont prévalants dans l'ensemble de l'aire géographique de l'étude. Une comparaison des moyennes montre que les dégâts des termites ont été sensiblement supérieurs à ceux des iules, et ce dans toutes les provinces inventoriées. En effet, tandis que les pourcentages des dégâts dus aux attaques des termites ont oscillé entre 17,8 et 37,8 %, le maximum de dégâts liés aux iules n'a été que de 3,8%.

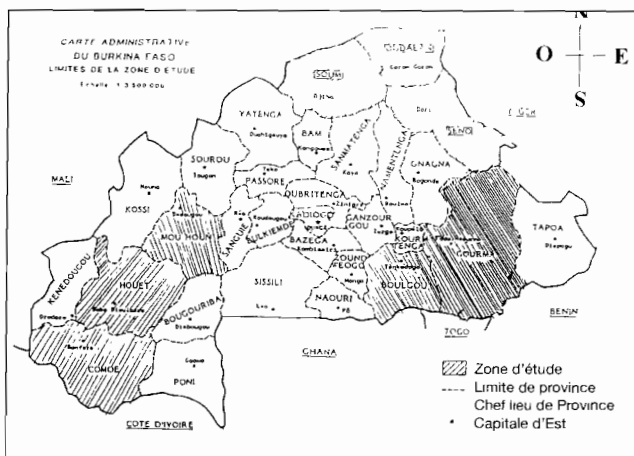


Figure 1. Provinces concernées par l'étude des dégâts des termites et des iules, Burkina Faso, 1996.

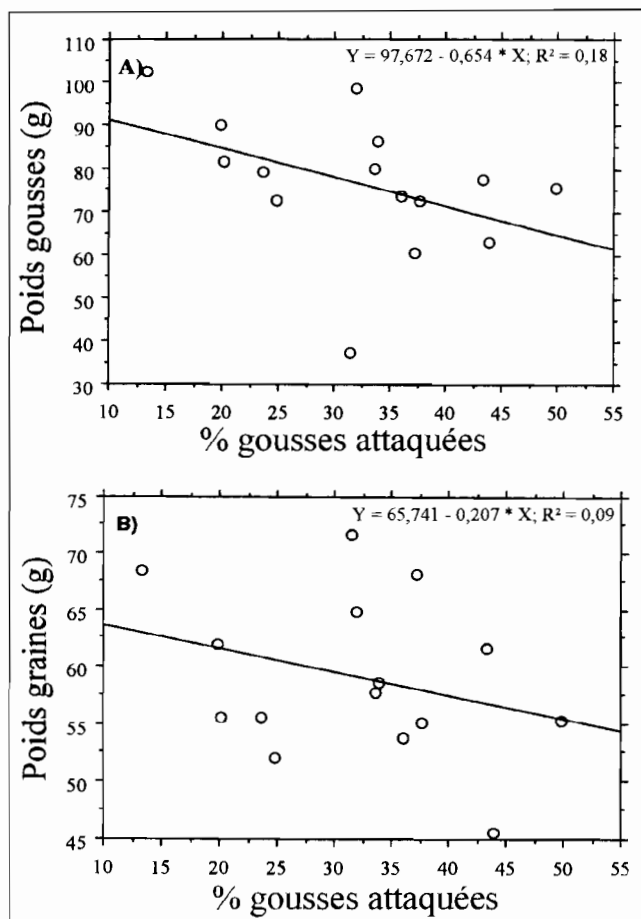


Figure 2. Incidence des attaques des termites et des iules sur les rendements en gousses (A) et en graines (B) de l'arachide au Burkina Faso, 1996.

Une gradation progressive de la sévérité des dégâts par les termites semble se dégager du sud-ouest à l'est du pays (Tableau 1 et Figure 1). Il est apparu que les termites causent deux fois moins de dégâts dans le sud-ouest que dans l'est du Burkina Faso (17,8% et 37,8%, respectivement). Par contre, la distribution des dégâts par les iules a peu varié entre les provinces.

Impact des dégâts sur les poids gousses et graines de l'arachide

Le tableau 1 consigne les données sur les rendements en gousses et en graines de l'arachide dans les différentes provinces. Un examen analytique de ce tableau et de la figure 2 montre que les corrélations entre les rendements en gousses et en graines de l'arachide et l'importance des attaques par les termites et les iules n'ont pas été statistiquement significatives ($P=0,08$ et $0,24$ respectivement).

Discussion

La prévalence et la sévérité des dégâts des termites sur les gousses de l'arachide sont généralement associées à l'existence d'un déficit hydrique pendant la croissance de la légumineuse au champ (7). Lynch et Mack (12) précisent que la scarification par les termites sera d'autant plus prononcée que les plants d'arachide sont soumis à un stress hydrique pendant les stades

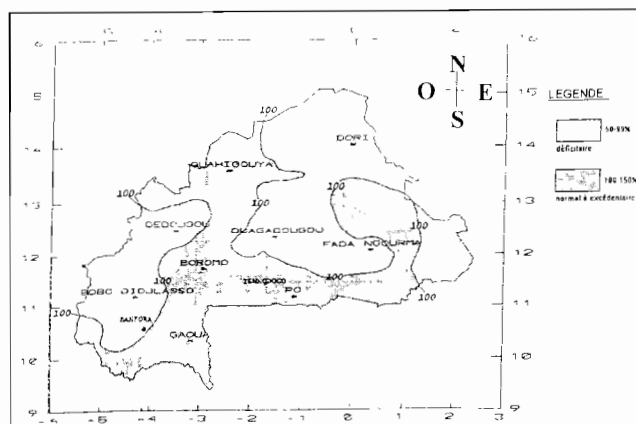


Figure 3. Pluviométrie cumulée de 1996 par rapport à la normale (61-90), Burkina Faso.

phénologiques critiques de formation et de maturation des gousses. La figure 3 montre que presque toutes les provinces incluses dans notre étude ont connu une pluviométrie inférieure à la normale au cours de la saison pluvieuse de 1996. Ainsi, la faible hauteur de pluie enregistrée cette année expliquerait en partie la présence d'attaques des termites dans toute la zone de l'étude.

Un autre facteur expliquant la prévalence observée des dégâts des termites au Burkina Faso est sans doute lié à la sensibilité des variétés cultivées dans certaines provinces du pays. En effet, dans une étude comparative, Dicko et al. (5) ont trouvé que la variété locale Te3 est très sensible aux termites. En fait, sur les quinze variétés locales et exotiques testées par ces auteurs, la Te3 s'est révélée une des moins résistantes aux termites en occupant le rang de 11ème.

La pluviométrie annuelle ayant été similaire dans toutes les provinces étudiées (Tableau 2), ce facteur ne saurait expliquer la variabilité de la sévérité de la scarification des gousses par les termites observée du sud-ouest à l'est du Burkina Faso. Plutôt, deux autres facteurs pourraient justifier l'observation. Il s'agit d'un premier facteur déjà mentionné, lié à la sensibilité aux attaques des termites de la Te3, et peut-être aussi de la TS 32-1. Ces variétés cultivées, préférentiellement dans le Boulgou et dans le N'Gourma, seraient la cause

Tableau 2
Pluviométrie dans les provinces de l'étude, Burkina Faso, 1996

| Mois | Quantité exprimée en millimètres (mm) | | | | |
|----------------|---------------------------------------|-------|---------|---------|----------|
| | Comoé | Houet | Mouhoun | Boulgou | N'Gourma |
| Janvier | - | - | - | - | - |
| Février | 5,8 | 3,2 | - | - | - |
| Mars | - | 21,5 | 2,3 | 5,3 | 1,6 |
| Avril | 36,5 | 78,2 | 32,5 | 25,9 | 6,3 |
| Mai | 110,2 | 118,1 | 71,5 | 107,4 | 71,5 |
| Juin | 129,8 | 126,6 | 48,2 | 133,2 | 133,8 |
| Juillet | 143,8 | 131,8 | 117,5 | 137,6 | 171,0 |
| Août | 138,8 | 230,1 | 282,3 | 184,1 | 191,7 |
| Septembre | 173,2 | 154,0 | 114,7 | 129,9 | 121,8 |
| Octobre | 28,9 | 0,0 | 45,7 | 60,6 | 26,1 |
| Novembre | - | - | - | - | - |
| Décembre | - | - | - | - | - |
| Total saisonal | 767,0 | 863,5 | 714,7 | 764,0 | 723,8 |
| X mensuel | 63,9 | 78,0 | 63,7 | 63,7 | 60,3 |

de l'incidence plus marquée des dégâts des termites dans ces deux provinces. Le second facteur, logiquement évocable ici, est probablement une présence moindre de débris de récolte, peu décomposés, dans les champs de la Comoé et du Houet que dans ceux des autres provinces (les résidus de récoltes dans ces dernières provinces étant systématiquement ramassés et utilisés comme source d'énergie de chauffe par les populations locales). En effet, Johnson et Gumel (9) ont observé qu'une corrélation positive existe entre la présence accrue de résidus de récolte dans les champs et l'augmentation des populations de termites. Feakin (7) et Johnson et al. (10) rapportent que les attaques des termites occasionnent des pertes de rendement en graines de l'arachide aussi élevées que 50%. En revanche dans la présente étude, une telle corrélation n'a pas été statistiquement significative.

Néanmoins, tous les auteurs s'accordent sur le fait que les dégâts les plus insidieux des termites et iules sur l'arachide demeurent la facilitation de la pénétration des gousses par *Aspergillus* sp. et la production subséquente d'aflatoxine cancérigène dans les graines. Lynch et al. (14), par exemple, ont trouvé qu'à Gampela (Ouagadougou) la contamination des graines par l'aflatoxine était significativement corrélée avec le degré de scarification des gousses par les termites.

Conclusion

La présente étude montre que les termites et les iules, sont prévalents dans les principales provinces productrices de l'arachide au Burkina Faso où ils sont susceptibles de causer des dégâts combinés sur les gousses atteignant quelquefois des taux supérieurs à 40%. Plus que les pertes directes de rendement qu'ils occasionnent, les dégâts des termites et des iules prédisposent les graines à la contamination par la substance cancérigène qu'est l'aflatoxine, foncièrement débiliteuse pour les populations humaines et animales. Il s'avère ainsi nécessaire que des méthodes efficaces de lutte soient trouvées et vulgarisées auprès des producteurs ruraux pour contrôler les populations de ces arthropodes. Une de ces méthodes pourrait être l'utilisation de variétés résistantes qui, à l'inverse des produits insecticides, est moins onéreuse, et, manipulable sans danger par les agriculteurs. La recherche d'une telle solution a déjà été amorcée par Lynch et al (14), et, Dicko et al. (5) qui ont mis en évidence l'existence d'une résistance appréciable à l'égard des termites et des iules chez quelques variétés d'arachide, telles que la Ncac 2243 et la Ncac 343.

Il est important que des travaux dans ce sens soient repris et poursuivis par les sélectionneurs locaux afin que des variétés véritablement résistantes et à rendements satisfaisants soient développées et vulgarisées au Burkina Faso.

Références bibliographiques

- Amin, P.W. & Mohammad, A.B., 1980. Groundnut pest research at ICRI-SAT. Pages 158-166 IN Proc. Intl. Workshop on Groundnut. 13-17 Oct. 1980.
- Bockelée, M., 1983. The different varieties of groundnut. Geographical and climatic distribution and availability. *Oléagineux* 38(2): 76-121.
- Cummins, D.G., 1985. Peanut CRSP Planning report. Rev. Exp. Station, Georgia, USA: University of Georgia.
- Dicko, I.O. & Lynch, 1995. Effectiveness of soil-applied insecticides against foliage and pod-feeding arthropods. *Intl. Arachis Newsletter* 15: 60-62.
- Dicko, I.O., Lynch, R.E., Ouédraogo, P.A. & Somé, J.S., 1991. Résistance de quelques variétés d'arachide aux attaques des termites et des iules au Burkina Faso. *APAMA* (3): 63-72.
- DSPA/MARA, 1997. Données des rendements agricoles du Burkina Faso.
- Feakin, S.D., 1973. Pest control in groundnut. 3rd ad. PANS Manual N°2 London, UK: Center for Overseas Pest Research.
- ITCF, 1996. Logiciel STATICF. Version III.
- Johnson, R.A. & Gumel, M.H., 1981. Termite damage and crop loss in Nigeria. The incidence of termite-scarified groundnut pods and resulting kernel contamination in field and market samples. *Tropical Pest Management* 27 (3): 343-350.
- Johnson, R.A., Lamb, R.W. & Wood T.G., 1981. Termite damage and crop loss studies in Nigeria. A survey of damage to groundnut. *Tropical Pest Management* 27: 325-342.
- Kieft, H., 1992. The future of LEISA in sub-saharian Africa. Poverty and development. CIP-DATA K. BIBLIO.DEN HAAG.
- Lynch, R.E. & Mack, T.P., 1995. Biological and Biotechnical advances for insect management in Peanut Science. APRES, Inc. Stillwater, OK, USA. Pages 95-159.
- Lynch, R.E., Ouédraogo, A.P. & Dicko, I.O., 1986. Insect damage to groundnut in SAT Africa. Pages 175-183. In *Agrometeorology of Groundnut: Proc. Intl. Symposium*, 21-26 Aug., 1985, ICRISAT.
- Lynch, R.E., Ouédraogo, A.P. & Somé, S.A., 1990. Effect of harvest date and termite resistance varieties on termite and millepede damage to groundnut in Burkina Faso. *Proc. ICRISAT Regional Meeting*.
- Newman-Keuls, 1935. Multiple range test. *Statist. Soc.* 2:114.
- Traoré, S., Dabiré, R., Dick, I.O. & Leclant, F., 1995. Comportement de quelques variétés d'arachide vis-à-vis du virus de la rosette et de son vecteur dans le sud du Burkina Faso. *Sci. Et Tech.* 21(2): 92-103.
- Wightman, J.A., 1985. Groundnut entomology in semi-arid tropics: current status and formulae for future research. ICRISAT Center, India, Patancheru.

I.O. Dicko, Burkinabé, Titulaire d'un Ph.D. en entomologie, obtenu à l'Université de Georgie, ATHENS, Georgie, USA. Enseignant-chercheur à l'IDR.
S. Traoré, Titulaire d'un doctorat de 3ème cycle, entomologie de l'Université de Montpellier. Directeur de la Station de Recherches de l'INERA à Farakobâ, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
D. Traoré, Burkinabé, Titulaire d'un Ph.D. (1995) en entomologie, obtenu à l'Université de Mc Gill au Canada. Chercheur à l'INERA à Farakobâ, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
B. Dao, Burkinabé, Ingénieur du Développement Rural, spécialité Agronomie à l'Université de Ouagadougou- Burkina-Faso.

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Office international des épizooties - Comprehensive reports on technical items presented to the International Committee or to Regional Commissions 1997

ISSN 1022-1050 Ref.: T/085 - 1997, 29.7 x 21 cm, 179 pp.

ISBN 92-9044-452-5 - Unit price: FF 150/US\$ 25 - (please add economy airmail P&P charges)

This publication contains all the technical items presented by leading specialists to the General Session of the International Committee and Conferences of the OIE Regional Commissions in 1997; each report collates information received from all OIE Member Countries on the given subject.

The texts are published in the original working language of the Session or Conference with, in most cases, a translation into one or two other languages.

Veterinary public health in Africa, by F.-X. Meslin. This report by the Head of Veterinary Public Health at the World Health Organization describes how veterinarians in African countries contribute to the protection of human health, covering the scope of their veterinary public health (VPH) responsibilities, organisation of VPH services and the level of Veterinary Services / VPH collaboration with the medical services.

Contagious bovine pleuropneumonia diagnosis and prevention, by H.G. Jäger. This document, written by a South African specialist, provides a comprehensive guide to methods of contagious bovine pleuropneumonia diagnosis and prevention in Africa. The author discusses the possibilities afforded by existing diagnostic methods and tests and compares the effectiveness of sanitary measures with that of vaccination.

Bovine spongiform encephalopathy as an emerging disease: measures, ways and means to protect animals and consequently humans from the possible risks of the disease, by R. Bradley. A veterinarian, with ten years' experience as a specialist in bovine spongiform encephalopathy, describes the surveillance and control measures for this disease in force in the Middle East: organisation, import regulations, restrictions on the use of meat and bone meal, risk analysis, surveillance of Creutzfeldt-Jakob disease.

Equine health status in the Middle East, by G. Yehya. This report describes the measures adopted in the Middle East to eradicate the major equine diseases: diagnosis, disease prevention programmes, quarantine and trade regulations. It also covers the measures in currently in force to control certain endemic diseases, such as piroplasmosis and trypanosomoses.

Epidemiological analysis and interpretation of serious poultry diseases, by A. James. A specialist in poultry diseases demonstrates the importance for poultry production and the national Veterinary Services of setting up a surveillance network for poultry diseases, early warning in the event of an epidemic, aid in decision-making, risk evaluation in international trade, and overall improvement in the health of poultry and the quality of poultry products.

Biotechnology applied to diagnostic tests and vaccine production, by S.N. Singh and D.V. Rangnekar. Two senior veterinary officials responsible for diagnosis and vaccine production in India describe the advances in these two fields made possible by biotechnology. Immunoenzymatic tests, monoclonal antibodies and genomic analysis have considerably improved animal disease diagnosis in Asia and the use of new generation subunit or recombinant vaccines will facilitate disease control.

Des taurins et des hommes

Christian Seignobos & Eric Thys

Format, 20x25 cm, 400 pages, 1998. Ed. ORSTOM, Collection Latitudes 23. Prix: 180,00 FF

Cet ouvrage est consacré à des races de taurins pratiquement en voie de disparition au Cameroun et au Nigeria. Rédigé par une large palette d'auteurs et très bien illustré, le texte aborde de nombreuses facettes, parfois peu connues, de l'élevage tropical. Outre la description des races locales et de certains aspects génétiques relatifs à leur degré de pureté, le livre fournit des éléments historiques et anthropologiques de ces élevages de bovins. Certaines modalités de gestion des terroirs villageois, en rapport avec l'élevage, y sont également abordées.

La grande richesse et l'originalité de ce livre résident certes dans les aspects historiques et, surtout, anthropologiques qui y sont décrits à propos de l'élevage de races locales africaines. A ce titre, l'ouvrage ne manque pas d'intérêt pour les étudiants et les techniciens soucieux de bien comprendre le cadre général dans lequel évolue un élevage. Le lecteur pourra notamment découvrir que les troupeaux locaux de taurins qui sont décrits dans le livre et qui sont "jalousement tenus à l'écart des circuits économiques", jouent un rôle socio-culturel ou religieux très important pour les agriculteurs qui les possèdent.

Cet ouvrage constitue aussi un plaidoyer en faveur de la sauvegarde du patrimoine génétique de ces races locales de taurins du Nigeria et du Cameroun, car celles-ci sont parfaitement adaptées à leur milieu et sont actuellement fortement croisées avec des zébus peul. Par ailleurs, afin de se détacher de certaines habitudes rituelles ou passées en vue de se tourner vers une économie de marché, les jeunes agriculteurs ont parfois aussi tendance à abandonner les taurins au profit des zébus. Une réflexion apportant des solutions à cette problématique, qui touche l'ensemble des pays de l'Afrique de l'Ouest, aurait sans doute trouvé sa place dans ce livre.

A. Buldgen

L'Autruche - Elevage et rentabilité

Cornette B. & Lebailly Ph.

Format 17 x 24 cm, 174 pages, 1998. - Ed. Presses Agronomiques de Gembloux, Passage des Déportés, 2 B-5030 Gembloux, Belgique. - Prix: 950 BEF (23,55 EUR) - e-m.pressesagro@fsagx.ac.be - <http://www.bib.fsagx.ac.be/presses/>

Ce petit volume constitue "un recueil des différentes informations disponibles en relation avec l'élevage d'autruche". Les auteurs ont rassemblé des données bibliographiques abondantes, interrogé des spécialistes, réalisé quelques enquêtes et finalement analysé cette nouvelle production dans le contexte économique belge.

La présentation de l'ouvrage est assez classique: Biologie - Dispersion de l'Autruche dans le Monde - Techniques d'Elevage - Produits de l'Elevage - Rentabilité - Conclusions Générales.

De très nombreux dessins particulièrement clairs illustrent la plupart des sujets abordés, depuis la structure de la plume jusqu'à un plan parcellaire d'une exploitation-type pour élevage (engraissement par exemple). Les méthodes à appliquer sont très bien expliquées, et de nombreux chiffres sont fournis ainsi que divers schémas (mire-œuf et images au mirage).

Les contraintes réglementaires légales ne sont pas publiées, notamment pour la question de l'abattage. Les calculs de rentabilité sont simples et clairs, faisant appel à diverses hypothèses pour les paramètres retenus; un test de sensibilité est même réalisé pour le revenu du travail.

En guise de conclusion, il faut admettre que le débouché par la vente de reproducteurs est beaucoup moins important que par le passé, et que la valorisation du cuir représente un élément essentiel. La viande d'autruche possède probablement un avenir prometteur, même si les rendements à l'abattage avec les animaux actuels sont faibles (53 à 57 %), mais la viande est très tendre, rouge intense, pauvre en graisse et l'objet d'une demande croissante. Le marché belge est cependant étroit, et des élevages existent évidemment dans d'autres pays de la Communauté Européenne.

Excellente synthèse en français pour un élevage encore peu répandu en Belgique.

J. Hardouin

AGRI-OVERSEAS is a non-profit association founded with a view to establishing professional links and fostering common concerns amongst those working overseas towards rural development.
She edits a quarterly scientific and informative review "**TROPICULTURA**" devoted to rural problems in the developing countries and published by the Belgian Administration for Development Cooperation (B.A.D.C.).

Organisation

Agri-Overseas is composed with Belgian Institutions : the four Faculties of Agricultural Sciences, (Gembloux, Ghent, Leuven and Louvain-la-Neuve), the two Faculties of Veterinary Medicine, (Ghent and Liège), the Department of Tropical Animal Production and Health of the Institute of Tropical Medicine (Antwerp), the Agronomy Interfaculty Section of The Free University Brussels, the University Faculties Our Lady of Peace (Namur), the University Foundation of Luxemburg (Arlon), the Belgian Administration for Development Cooperation and individual members.

Editorial Board

The Editorial Board is presently constituted of Dr. Ir. G. Mergeai Editor-in- Chief, and the following Deputy Editors Pr. Dr. Ir. P. Van Damme for Agronomy and Forestry, Pr. Dr. J. Verduyck for Animal Health, Dr E. Thys for Animal Production and Wildlife, Pr. Dr. J-C. Micha for Fisheries and Fish Farming, Pr. Dr. J. Deckers for Ecology , Soil Fertility and Farming Systems and Pr. Dr. C. Renard for Agrostology and Crop Husbandry.

The Secretariat will treat directly all the other fields relevant to Tropicultura (Economy, Sociology ...).

Secretariat

Agri-Overseas / Tropicultura, c/o B.A.D.C. Bur 511, Rue de Brederode, 6 - B-1000 Brussels -Belgium -

Tel. : 32.2/519.04.76.- 349

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

Mgrassart@ badc.fgov.be.

Distribution: Free on written request.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

General conditions

Manuscripts (one original and four copies) are to be submitted to Agri-Overseas, at the address mentioned above. They may be written in the four following languages : English, French, Dutch, Spanish. They must be accompanied by a covering letter from the author stating the address for further correspondence. Each paper will be examined by two referees and may be returned to the authors for modification. One copy will remain the property of Agri-Overseas. The first author of each paper will receive 20 free reprints.

Practical requirements

Manuscripts should not exceed 10 typewritten pages on white paper DIN A4 (21 x 29,7 cm) with double spacing and a 5 cm left margin on floppydisk.

Lay-out

Title : as brief as possible in lower-case letter-type.

Authors: under the title, preceded by their initials (complete christian name for women), and with an asterisk referring at the bottom of the page to their institution and its address.

Keywords : 7 maximum.

Summary : in the language of the contribution (maximum 200 words) and in English.

Introduction.

Material and methods (or observations).

Results.

Discussion .

Acknowledgements: if necessary .

Literature : references have to be presented in alphabetical order of the authors' name and numbered from 1 to x. Refer in the text to those numbers (in parentheses).

References will mention :

- For periodicals: authors' names with their initials, year of publication, full title of the articles in the original language, title of the journal, volume number (underlined), first and last page of the article.
Example: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion Int. Rev. Cytol. 33, 157- 222.
- For books: authors' names with their initials, year of publication, full title of the book, name of publisher, place of publication, first and last page of the chapter cited.
Example: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease. A prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders. pp 613 - 632 in: B.W. Volks en S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders Plenum, New-York.

Tables and figures should be carefully designed on separate pages numbered in Arabic numerals on the back. Figures should be professionally drawn. Never present table and figure for the same data. Photographs must be of good quality, unmounted glossy prints and numbered on the back. Accompanied captions should be typed on separated sheets and refer to the number of photo, drawing a.s.o.

Remarks : Avoid the use of footnotes, dashes in the text, capital letters when not necessary.

Give the nationality, diploma and function of each author.

Give if possible the translation in French (or Dutch, or Spanish) of the title.

The editorial board reserves the right to refuse manuscripts not consistent with the above instructions.

TROPICULTURA

1998-99 Vol.16-17 N°1
Four issues a year (March, June, September, December)

CONTENTS

EDITORIAL

A Few Words from your Editor (*in French*)

G. Mergeai 1

ORIGINAL ARTICLES

Effects of Inoculation with Rhizobium TAL 1147-*Glomus Clarum* in a Nursery on *Racosperma* Auriculiforme Growth and Nodulation in Democratic Republic of Congo (*in French*).

B. Bulakali, K. Lumande, N. Mbaya, N. Luyindula & K.Mange 3

Assessment of Cane Yields on Well-drained Ferralsols in the Sugar-cane Estate of Central Cameroon (*in English*).

E. Van Ranst, J. Debaveye & F. Mahop 8

Variation of the Ram Price in Sahelian Zone of Cameroon (*in French*)

D. Abba 15

Ovine Toxoplasmosis in Suriname and its Possible Impact on Human Infection (*in English*).

P. Bastiaensen & P. Dorny 18

Consumption of Milk and Dairy Products in the Urban Centres of Burkina Faso (*in French*)

F. Goossens, S. Issoufou & E. Tollens 21

The Influence of the Addition of Extract of Chestnut Tannin on the Nitrogen Balance and the Digestibility of Fresh Grass in Ruminant (*in French*)

Samia Kriaa & A. Thewis 26

Evaluation of Commercial Silkworm Varieties and Rearing Practices in Villages of North-Eastern Thailand (*in French*)

B. Boedts 29

Physico-Chemistry of Cameroonian Safou Tree Fruits *Dacryodes edulis* (*in French*)

C. Kapseu, P.M. Mapongmetsem, Th. Silou & M. Roques 37

TECHNICAL NOTES

Ground Arthropod Attacks on Groundnut *Arachis hypogaea* L in Burkina Faso (*in French*)

I.O. Dicko, S. Traoré, D. Traoré & B. Dao 43

BIBLIOGRAPHY 47

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

GDIC

DGCI