

Supplémentation de feuilles de palmier à huile (*Elaeis guineensis*) traitées à la vapeur à des agneaux en Malaisie

K. Bengaly

Keywords: Cassava foliage- Lambs- Nitrogen balance- Oil palm fronds- Supplementation- Malaysia

Résumé

L'effet de rations alimentaires à base de feuilles de palmier à huile (FPH) traitées à la vapeur puis complémentées avec une quantité optimale d'urée (16 g/kg) et du fourrage de manioc (la tige plus les feuilles, TFM) sur le bilan azoté a été évalué chez des agneaux. Le TFM broyé puis conditionné en boulettes était offert à 9 agneaux dont le poids vif moyen variait entre 15 et 20 kg selon trois traitements correspondant à des proportions de: 0% (ration TFM0), 20% (ration TFM20) et 40% (ration TFM40) de la quantité de matière sèche (MS) de FPH. Les animaux étaient répartis dans un dispositif en blocs complètement randomisés. Le niveau de complémentation avec TFM a eu un effet positif ($P < 0,01$) sur l'ingestion de la MS, de la matière organique (MO) et des fibres traitées au détergent neutre ou «neutral detergent fibre» (fibres NDF). La digestibilité de MS et de MO a également été positivement affectée ($P < 0,01$) par la complémentation. Mais aucun effet n'a été observé ($P > 0,05$) sur la digestibilité des fibres NDF. Un bilan azoté positif n'a été observé que chez les agneaux soumis au niveau de complémentation le plus élevé (TFM40). Les paramètres digestifs mesurés (pH, azote ammoniacal, acides gras volatiles) n'ont donné aucune indication d'un effet dépressif quelconque d'une des rations sur la digestion ruménale des FPHs. Il a été conclu que des rations composées de FPH traitées à la vapeur et complémentées avec de l'urée (à raison de 16 g/kg) et des quantités modestes de TFM aggloméré (par exemple 200 g/kg MS) seront bien ingérées par des agneaux sans aucun effet dépressif sur l'ingestion de la ration de base. Cette complémentation permet d'améliorer le bilan azoté et les performances pondérales des animaux.

Summary

Supplementation of Steam-processed Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Fronds for Lambs in Malaysia

The effect of supplementation of steam-treated oil palm fronds (SOPF) at an optimum rate of urea inclusion (16 g/kg) together with graded levels of pelleted cassava foliage (PCF) on nitrogen balance in lambs was investigated. The PCF was fed in amounts equivalent to 0% (PCF0), 20% (PCF20) or 40% (PCF40) of dry matter (DM) intake of steam-treated oil palm fronds to 9 lambs in a completely randomized block design. The level of PCF supplementation had a positive effect ($P < 0.01$) on intake of DM, organic matter (OM) and of neutral detergent fiber (NDF). The digestibility for DM and OM were positively affected ($P < 0.01$) by PCF supplementation, but NDF digestibility was not affected ($P > 0.05$). Nitrogen balance was only positive when the lambs received the highest level of PCF supplementation (PCF40). Results of rumen metabolites (pH, ammonia-nitrogen and volatile fatty acids) did not indicate any depressive effect on microbial digestion of SOPF. It was concluded that SOPF supplemented with adequate amount of urea (i.e. 16 g/kg) and small quantities of PCF (e.g. 200 g/kg DM) would significantly increase total DM intake without any depressive effect on intake of basal SOPF. The supplementation improved nitrogen balance and live weight gains of the animals.

¹ Department of Animal Science, University Putra Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia.

Auteur correspondant: E-mail: konis6@gmail.com.

Reçu le 12.03.2013 et accepté pour la publication le 24.02.2014

Introduction

La Malaisie, premier pays exportateur d'huile de palme produit annuellement environ 24, 4 millions de tonnes de MS de feuilles de palmier à huile (FPH) sur ses 2,5 millions d'hectares de plantation (6). A cause du manque de pâturages naturels, dû en grande partie aux vastes plantations de cacao, de palmier à huile et d'ananas, il a été suggéré de valoriser les feuilles de palmier dans l'alimentation des ruminants (9). Toutefois, la teneur relativement élevée en constituants pariétaux (60 à 70%) et la faible teneur en azote (N) [(5% protéines brutes (PB))] limitent l'utilisation effective des FPH par les microorganismes du rumen et donc par l'animal (9). La valorisation de cette biomasse importante de FPH dans l'alimentation des ruminants est d'une importance capitale pour le développement d'une véritable industrie animale en Malaisie car, la production locale ne couvre actuellement que 20% des besoins en viande bovine, 6% en viande ovine et 5% en lait (21). Mais ces valeurs sont en nette régression à cause d'une demande en forte expansion. Le traitement à la vapeur permet d'accroître la dégradabilité in sacco des FPH dans le rumen de 40% (4). De plus, aucun problème de palatabilité n'a été observé lorsque les FPH traitées à 20 kg/cm² pendant 20 minutes ont été apportées à des moutons ou à des bovins (3). Malgré l'amélioration du potentiel de digestibilité (donc la densité énergétique) des FPH par le traitement à la vapeur, l'apport d'une source de protéine s'avère nécessaire pour stimuler l'appétit et améliorer les performances zootechniques d'animaux nourris à base de ce fourrage. Mais l'apport de concentrés achetés dans le commerce comme compléments au matériel traité à la vapeur serait difficile à justifier sur le plan économique, car il augmenterait les coûts. Par ailleurs, il a été démontré que le fourrage de manioc (la tige plus les feuilles, TFM) qui est largement disponible dans beaucoup de régions tropicales, constitue une excellente source de protéines (20).

Le TFM est relativement riche en constituants pariétaux, par conséquent, son apport en complément à une ration de base constituée de fourrage grossier augmenterait la teneur de la

ration entière en ces composés, difficiles à dégrader par les microorganismes du rumen. Ce phénomène peut limiter l'ingestibilité et la digestibilité de la ration entière avec comme corollaire une augmentation de l'excrétion azotée dans les urines ou dans les fèces, dépendant de la vitesse de dégradation du complément dans le rumen. Bonsi et al. (5), ont montré que les compléments de fourrages qui sont facilement ou rapidement dégradables dans le rumen, comme le fourrage de *Sesbania sesban*, tendent à favoriser l'excrétion urinaire, tandis que ceux qui sont lentement dégradables (comme *Leucaena leucocephala*) tendent à favoriser l'excrétion fécale d'azote. Le fourrage de manioc a une dégradabilité dans le rumen assez élevée, de l'ordre de 80% (3), en admettant un taux de sortie des particules alimentaires hors du rumen de 2% par heure.

L'objectif de cet essai était d'évaluer l'effet de rations composées de feuilles de palmier à huile traitées à la vapeur puis enrichies à l'urée et complémentées avec des proportions croissantes de fourrage de manioc sur la rétention azotée chez des agneaux.

Matériels et méthodes

Rations, animaux et dispositif expérimental

L'essai s'est déroulé à la station de l'Université Putra Malaysia (UPM) où la température oscillait entre 24 et 32°C et l'humidité relative entre 61 et 94%. Des feuilles de palmier (âgé de 20 ans environ) nouvellement collectées ont été hachées, pré-séchées au soleil puis traitées à la vapeur à une pression de 10 kg/cm² pendant 20 minutes à l'aide d'un autoclave (HITACHIZOSEN CO, LTD, Japan), d'une capacité de 200 L et une température préétablie à 214 °C (3). Les feuilles ainsi traitées ont été mélangées à des ingrédients issus du commerce comme, la mélasse de canne (3%), le phosphate dicalcique (1%), l'urée (1,6%) et le sulfate de sodium anhydre à raison de 0,13 g/g d'urée (7). Ce mélange qui constituait ainsi la ration de base, était apporté soit seul (ration TFM0), soit complémenté avec du fourrage de manioc aggloméré à raison de 20 (ration TFM20) ou 40% (ration TFM40), en supposant un niveau minimal

d'ingestion de 600 g de MS/jour. Ces proportions du fourrage de manioc ont été retenues sur la base du seuil de 30 à 40% généralement recommandé pour les légumineuses fourragères cultivées (11, 18). Après récolte, le fourrage de manioc était haché, séché au soleil puis conditionné en boulettes. Ces 3 rations ont été apportées à 9 agneaux mâles entiers de race Dorset x Malin issus du troupeau ovin de la ferme expérimentale de UPM et dont le poids vif moyen était compris entre 15 et 20 kg. Le suivi sanitaire des animaux (vaccination et déparasitage) était assuré par une équipe de la Faculté de Médecine Vétérinaire de UPM. Les agneaux étaient logés dans des boxes individuels sous un hangar en tôle galvanisée pendant la période d'adaptation aux rations expérimentales, puis ils ont été transférés dans des cages de digestibilité pendant la période de mesures. Ils ont été répartis au hasard entre les 3 traitements selon un dispositif en blocs de Fisher complètement randomisés avec les périodes expérimentales considérées comme des blocs et l'essai s'est déroulé en 2 périodes. Les animaux ont été répartis de nouveau au hasard entre les rations au début de la deuxième période de façon à ce qu'aucun animal n'ait reçu deux fois la même ration. Ainsi, trois animaux ont reçu la même ration dans chacune des 2 périodes expérimentales, donnant alors 6 observations par traitement. Chaque période expérimentale comprenait une période de 14 jours d'adaptation aux régimes alimentaires et une autre période de 7 jours pour la collecte des données.

Mesures

Les rations journalières étaient offertes deux fois par jour à 8.00 et à 16.00 heure. La ration de base était offerte ad libitum après consommation du complément. La ration journalière était calculée de manière à obtenir une quantité de refus égale à 20% de la quantité offerte. Les animaux avaient accès à l'eau de boisson. A partir du 15^{ème} jour, des échantillons de fèces (10%) et d'urine (5%) ont été collectés puis conservés à -4 °C avant d'être analysés. Un échantillon de jus de rumen a également été mécaniquement prélevé à l'aide d'un tube directement introduit dans le rumen à travers

l'œsophage au 22^{ème} jour de la période expérimentale à 2, 4 et 6 heures après la ration du matin, et le pH immédiatement mesuré (Orion Model 701 digital pH meter, Cambridge, USA). Les animaux étaient pesés au début et à la fin de chaque période expérimentale.

Analyses chimiques

Les analyses chimiques des échantillons d'aliments et de fèces ont porté sur la matière sèche (MS), la matière organique (MO) selon les procédures de l'Association of Official Analytical Chemists (2). Les constituants pariétaux (fibres): neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) et acid detergent lignin (ADL) ont été déterminés selon les méthodes de Van Soest et al. (19). L'azote (N) total a été déterminé sur les échantillons d'aliments, de fèces et d'urine et du jus de rumen selon la méthode Kjeldahl. Les AGVs ont été déterminés par la chromatographie liquide en phase gazeuse (10).

Analyses statistiques

Les données ont été statistiquement analysées selon un dispositif en blocs complets randomisés (17), avec la somme des carrés du modèle répartie entre l'effet période et les effets linéaire et quadratique du niveau d'apport du fourrage de manioc dans la ration (17). Pour ce qui concerne le pH, N-NH₃ et les AGVs, les données ont été analysées selon un dispositif split-plot.

Résultats

Composition chimique

La composition chimique des feuilles de palmier à huile traitées à la vapeur et des feuilles de manioc est reportée au tableau 1.

Le fourrage de manioc (TFM) contenait environ 5 fois plus de PB que les feuilles de palmier, mais ces dernières contenaient plus de composés pariétaux comme les hémicelluloses et la lignine.

Ingestion et digestibilité

Les résultats sur l'ingestion volontaire et la digestibilité apparente des rations sont rapportés au tableau 2. L'augmentation du niveau d'apport de TFM a entraîné un accroissement linéaire ($P < 0,01$) de la quantité totale ingérée de MS, MO et NDF.

Tableau 1

Composition chimique (%MS) de feuilles de palmier à huile traitées à la vapeur et du fourrage de manioc.

	Feuilles de Palmier traitées	Fourrage de Manioc
Matière sèche (MS)	94, 9	93, 2
Protéines brutes (PB)	4, 2	22, 9
Fibres traitées au détergent neutre (NDF)	60, 9	46, 0
Fibres traitées au détergent et à l'acide (ADF)	58, 1	37, 7
Résidu après traitement de l'ADF à l'acide (Lignine)	10, 0	2, 6
Hemicellulose [#]	2, 8	8, 3
Cellulose*	48, 1	35, 1

[#]Hemicellulose = NDF – ADF ; *Cellulose = ADF - Lignine

Tableau 2

Ingestion volontaire et digestibilité apparente de feuilles de palmier à huile traitées à la vapeur et complétées avec des proportions croissantes de fourrage de manioc chez des agneaux.

	Ration ¹			ET ²
	TFM0	TFM20	TFM40	
Ingestion volontaire (g/jour)				
Ration totale-MS ³	580,8 ^b	735,8 ^a	815,3 ^a	52,57
Feuilles de palmier-MS ³	580,8 ^b	601,7 ^a	565,3 ^a	60, 87
Ration totale-MO ³	501,5 ^b	636,3 ^a	706,2 ^a	46, 05
Ration totale-NDF ³	359,7 ^c	447,7 ^b	789,2 ^a	31, 67
Digestibilité (%)				
MS	42,1 ^b	45,2 ^a	45,3 ^a	1,35
MO	41,9 ^b	45,9 ^a	46,2 ^a	1,4
Fibre traitée au détergent neutre (NDF)	37,9 ^a	39,9 ^a	41,1 ^a	1,64
EM ingérée (MJ/kg ^{0,75}) ⁴	0,36	0,495	0,553	
Gain de poids (g/jour)	-14,8 ^c	25,9 ^b	61,6 ^a	23,68

¹Rations: TFM0, 0% de manioc; TFM20, 20% de manioc; TFM40, 40% de manioc. ²ET: écart-type de la différence entre les traitements. ³MS, matière sèche; MO, matière organique ; NDF, neutral detergent fibre. ⁴EM, énergie métabolisable ingérée calculée comme suit : EM= MODI (matière organique digestible ingérée) (kg) x 15,6 (ARC, 1980. a,b,cLes valeurs d'une même ligne portant la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%.

Tableau 3

Bilan azoté chez des agneaux nourris à base de feuilles de palmier à huile traitées à la vapeur et complémentées avec des proportions croissantes de fourrage de manioc.

	Ration ¹			ET ²
	TFM0	TFM20	TFM40	
Quantité d'azote (N) ingérée (g/jour)	8,7 ^c	14,6 ^b	18,5 ^a	
Quantité de N excrétée dans les fèces (g/jour)	5,1 ^c	6,9 ^b	8,8 ^a	0,64
Quantité de N excrétée dans les urines (g/jour)	6,9 ^b	8,0 ^a	9,5 ^a	0,8
Rétention azotée (g/jour)	-3,3 ^b	-0,4 ^a	0,2 ^a	0,7
Digestibilité apparente de N (%)	41,3 ^b	52,6 ^a	53,0 ^a	1,55

¹Rations : TFM0, 0% de manioc ; TFM20, 20% de manioc ; TFM40, 40% de manioc. ²ET : écart-type de la différence entre les traitements. a,b,c Les valeurs d'une même ligne portant la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%.

L'ingestion est restée stable après le premier niveau d'apport de TFM, c'est-à-dire 20%. L'ingestion moyenne de MS de la ration de base a tendu à légèrement baisser ($P > 0,05$) lorsque TFM était au niveau d'apport le plus élevé (40%) dans la ration, indiquant alors une tendance à la substitution de la ration de base par le complément. Tout comme l'ingestion, la digestibilité apparente aussi a augmenté de façon linéaire (MS, $P < 0,05$; OM, $P < 0,01$) avec l'augmentation du niveau de complémentation. Cependant l'apport de TFM n'a pas affecté de façon significative ($P > 0,05$) la digestibilité de certains constituants pariétaux comme NDF.

Bilan azoté

Les résultats du bilan azoté sont présentés au tableau 3. D'une façon générale, l'apport du fourrage de manioc a entraîné une augmentation significative de l'ingestion ($P < 0,001$), l'excrétion fécale ($P < 0,01$) et l'excrétion urinaire ($P < 0,05$) de N. L'azote fécal était plus important chez les animaux soumis à la ration TFM40 que chez ceux recevant TFM20, tandis que l'azote urinaire n'a pas varié entre ces mêmes rations. La rétention azotée était plus importante ($P < 0,001$) chez les animaux recevant les compléments (TFM20 et TFM40) que chez ceux recevant la ration témoin (TFM0). Malgré la différence non significative ($P > 0,05$) observée entre TFM20 et TFM40, le bilan azoté n'était positif que lorsque les animaux recevaient la ration TFM40.

Paramètres digestifs du rumen

Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre les rations pour tous ces paramètres. Les valeurs moyennes du pH ont varié de 7,52 pour la ration TFM0; à 7,63 pour la TFM20 et à 7,63 pour TFM40. La valeur maximale de N-ammoniacal (112 mg/l de jus de rumen) était obtenue chez les animaux recevant la ration TFM20, la valeur minimale (79 mg/l) avec la ration TFM40 et la valeur intermédiaire (90 mg/l) était obtenue dans le rumen des animaux recevant la ration témoin. La concentration totale des AGVs dans le jus du rumen a varié de 82,4 mmol/l avec la ration TFM40, à 98 mmol/l avec TFM0 et à 103,6 mmol/l avec TFM20. Les proportions des principaux AGVs pris individuellement étaient en moyenne de 70% pour l'acétate; 13,5% pour le propionate et 9,2% pour le butyrate.

Discussion

Effet du fourrage de manioc sur l'ingestion, la digestibilité et le gain de poids des animaux

Le niveau optimal de complémentation d'une ressource fourragère pauvre avec un autre fourrage de meilleure qualité devrait maintenir, voire augmenter l'ingestion de la ration de base au lieu d'accroître le taux de substitution de cette dernière par le complément. Ce phénomène de substitution a été très souvent observé chez des animaux recevant des compléments de fourrage de

légumineuses ayant différentes vitesses de dégradation dans le rumen (5, 8). L'ingestion des feuilles de palmier traitées à la vapeur n'a pas été déprimée de façon significative quel que soit le niveau de complémentation (tableau 2). Les animaux recevant les rations TFM20 et TFM40 ont consommé par jour plus de constituants pariétaux (NDF) comparés à ceux soumis au régime témoin (TFM0). A l'exception de NDF, la digestibilité des autres composés (MS et MO) s'est améliorée grâce à l'apport du fourrage de manioc. Par contre, Sharma et al. (13) a observé une légère dépression de l'ingestion et une réduction significative de la digestibilité chez des moutons adultes recevant des rations en boulettes comprenant du foin de luzerne et 45% de copeaux de bois traités à la vapeur, mais la digestibilité de la cellulose brute n'était pas affectée. L'hypothèse avancée par les auteurs est que ces différences sont probablement dues à l'effet de remplissage du rumen et une vitesse de renouvellement assez lente du contenu du rumen. Il est possible que cela soit aussi dû à la forme de présentation de l'aliment (boulette). Dans notre étude les feuilles de palmier traitées à la vapeur n'étaient pas transformées en boulettes. L'effet positif, bien que non significatif du fourrage de manioc sur la digestibilité de NDF serait en faveur de l'hypothèse d'une synergie déclenchée non seulement par la présence de composés pariétaux dans ce fourrage, comme la cellulose et les hémicelluloses facilement dégradables (14), mais également par un apport azoté plus important dans le rumen.

Les besoins d'entretien en énergie métabolisable pour des agneaux alimentés à l'auge sont : 0,414 MJ/kg^{0,75} (1). En convertissant (1) la matière organique digestible ingérée (MODI) en énergie métabolisable (EM) : $MODI (kg) \times 15,6$ l'examen des données du tableau 2 montre que les besoins d'entretien des agneaux étaient couverts par la complémentation avec le fourrage de manioc. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par McMeniman et al. (8) chez des moutons recevant de la paille de riz complétement avec l'urée et 250 g/jour de fanes d'une légumineuse (niébé, pois d'angole, arachide ou luzerne). Par contre, à part une augmentation de l'ingestion totale de la ration,

Smith et al. (16) n'ont pas obtenu de résultats satisfaisants sur des moutons nourris de paille de maïs complétement par des fanes d'une légumineuse.

Puisque le traitement à la vapeur a augmenté la dégradabilité des feuilles de palmier dans le rumen (4), on peut s'attendre à une plus grande vitesse d'évacuation des particules alimentaires hors du rumen. Ce phénomène est habituellement observé avec les fourrages pauvres traités à l'ammoniac ou à la soude caustique, et c'est probablement une des raisons pour lesquelles la complémentation de certains fourrages grossiers non-traités avec des fanes de légumineuses n'engendre pas toujours les effets escomptés à part une augmentation de l'ingestion totale de la ration.

Le seul apport de l'urée aux feuilles de palmier traitées n'était pas suffisant pour maintenir le poids des animaux à cause de la faible digestibilité de cette ration. Mais l'apport de quantités modestes de fourrage de manioc a permis d'améliorer l'ingestion et la digestibilité. Toutefois, une période expérimentale beaucoup plus longue permettrait de se prononcer sur ces résultats. Le maximum de gain de poids (62 g/jour) obtenu dans cette étude est légèrement supérieur au résultat de 58 g/jour enregistré par Silva et al. (16) sur des moutons nourris de paille traitée à l'ammoniac puis complétement soit avec de la farine de poisson, soit avec des pulpes de betterave sucrière.

Effet du fourrage de manioc sur le bilan azoté

Les agneaux soumis à la ration TFM0 ont excrété dans les urines et dans les fèces des quantités de N équivalant respectivement à environ 80 et 60% des quantités journalières ingérées (Tableau 3). Pendant que l'excrétion fécale de N était plus importante avec la ration TFM40 qu'avec la ration TFM20, la différence pour l'azote urinaire n'était pas grande, et le bilan azoté n'était positif que lorsque les animaux recevaient le niveau supérieur de complémentation. Apparemment, comme l'on pouvait s'y attendre, les agneaux recevant la ration témoin (TFM0) et dans une moindre mesure ceux soumis au premier niveau de complémentation ne pouvaient pas suffisamment maintenir un équilibre

azoté par manque de protéines alimentaires digestibles dans l'intestin (PDI) entraînant plus de pertes endogènes. Une hypothèse testée à travers cet essai était que même si le traitement à la vapeur rendait disponible de l'énergie dans les feuilles de palmier à huile pour les microbes du rumen, cette énergie ne suffirait pas pour une utilisation maximale de N apporté par l'urée alimentaire, provoquant alors des pertes inévitables d'azote urinaire. Par conséquent, il fallait des apports additionnels d'énergie et de protéines non dégradables dans le rumen pour compenser ces pertes et optimiser l'équilibre ruminal et par la suite les performances pondérales des animaux. Ces résultats ont montré que le bilan azoté positif et les performances pondérales des animaux recevant la ration TFM40 ne pouvaient pas être simplement attribués à une ingestion plus importante d'énergie, mais s'expliqueraient aussi par un apport de protéines digestibles dans l'intestin comme déjà signalé plus haut. A cet effet, il convient de signaler que le fourrage de manioc a été distribué en boulettes, en supposant que les besoins des microorganismes du rumen en N soluble seraient couverts par l'urée et qu'il se justifiait de limiter la dégradation du fourrage de manioc dans le rumen grâce aux boulettes (qui pourraient avoir une vitesse de passage plus rapide dans le rumen) afin d'augmenter l'apport en protéines alimentaires digestibles dans l'intestin (7, 11). Il est également possible que le fourrage de manioc, en plus de l'azote, ait apporté de la cellulose et de l'hémicellulose facilement dégradables pouvant servir de sources d'énergie fermentescible favorable à l'activité des microorganismes du rumen.

Effet du fourrage de manioc sur les paramètres digestifs du rumen

Les résultats obtenus n'indiquent pas de différences majeures entre les rations qui auraient pu affecter la digestion microbienne des feuilles de palmier à huile dans le rumen. Les proportions individuelles des AGVs sont normales pour des résidus de culture traités avec des composés chimiques: alcalins ou acides (11). La concentration moyenne en N-ammoniacal mesuré dans notre étude (90 mg/l de

jus de rumen) est inférieure à la valeur de 100 mg/l recommandée par Preston et Leng (11) pour des rations à base de fourrages grossiers. Bien que non significatifs, les résultats pour l'N-ammoniacal donnaient des valeurs numériquement inférieures chez les animaux recevant la ration TFM40 à celles obtenues chez les animaux sur les rations TFM0 et TFM20 et cela à toutes les périodes de collecte du jus de rumen. Cela s'explique probablement par le fait que l'azote de l'urée alimentaire était à une concentration plus importante dans le rumen des animaux recevant les rations TFM0 et TFM20. L'urée est très vite hydrolysée en ammoniac par les microbes du rumen contrairement aux protéines du fourrage de manioc, et du fait de la faible quantité d'énergie apporté par ces rations en comparaison avec la ration TFM40, on pourrait s'attendre à une faible captation de N-ammoniacal par les microbes du rumen chez les animaux nourris de TFM0 ou TFM20.

Ces résultats sur les paramètres digestifs du rumen doivent cependant être interprétés avec quelques réserves. En effet, lors de la collecte du jus de rumen sur certains animaux, il n'a pas été possible d'éviter que celui-ci se mélange avec la salive.

Conclusion

On peut conclure que l'apport de petites quantités de fourrage de manioc sous forme de granulés (par exemple 20%) avant d'offrir la ration de base peut améliorer la valeur alimentaire des feuilles de palmier à huile traitées à la vapeur. Le fourrage de manioc est une source de protéines digestibles dans l'intestin, mais l'importance de l'excrétion fécale d'azote dépendrait du degré de couverture des besoins des microorganismes du rumen en azote soluble. Il fallait probablement tester beaucoup plus de niveaux d'apport du fourrage de manioc (jusqu'à 5 niveaux par exemple au lieu de 3) afin de dégager un niveau optimal de complémentation des feuilles de palmier à huile traitées à la vapeur.

Remerciements

L' auteur voudrait remercier le Ministère de Science, Technologie et Environnement de la Malaisie pour avoir financé cette étude, l'Institut Malaysien de Recherche et de Développement Agricole pour l'appui et la mise à sa disposition l'équipement pour le traitement des feuilles de palmier à huile, et l'Université Putra de Malaisie pour avoir facilité et supervisé cette étude.

Références bibliographiques

1. Agricultural Research Council (ARC), 1984, The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Supplement N^o. 1. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, Farnham Royal, UK, 351pp.
2. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1990, Official Methods of Analysis, 15th Edition. Washington, DC.
3. Bengaly K., 2002, Enhancing the utilization of oil palm (*Elaeis guineensis*) frond by steam treatment and nitrogen supplementation in ruminants. PhD thesis. Univeristi Putra Malaysia. 115 pp.
4. Bengaly K., Liang J.B., Jelani Z. A., HO Y.W. & ONG H. K., 2004, Optimization of steam treatment as a method to increase in situ degradability of oil palm (*Elaeis guineensis*) frond. *Livestock Research for Rural Development*, 16,3: <http://www.utafoundation.org/lrrd163/beng1603.htm>
5. Bonsi M.I. K., Osuji P.O., Nsahlai I.V. & Tuah A.K., 1994, Graded levels of *Sesbania sesban* and *Leucaena ceucocephala* as supplements to teff straw given to Ethiopian Menz sheep. *Animal Prod.*, 59, 235-244.
6. Islam M., 1999, Nutritional evaluation and utilization of oil palm (*Elaeis guineensis*) frond as feed for ruminants. PhD thesis. Universiti Putra, Malaysia. 260 pp.
7. McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D & Morgan C.A., 1995, *Animal Nutrition*. Longman Scientific and Technical. 5th Edition. 607pp.
8. McMeniman N. P., Elliot R. & Ash A. J., 1988, Supplementation of rice straw with crop by-products. I. Legume straw supplementation, *Anim. Feed Sci. Technol.*, 19, 43-43.
9. Oshio S., Abu Hassan O.A., Takigawa A., Mohd Jaafard Abe A., Dahlan I. & Nakanishi N., 1990, Processing and utilization of oil palm by-products for ruminants. MARDI-TARC / JIRCAS Collaborative Study.
10. Preston T.R., 1995, Gas liquid chromatography of volatile fatty acids in ruminal fluid. Tropical animal feeding. A manual for research workers. FAO Animal Production and Health Paper 126. p 207-209.
11. Preston T.R. & Leng R.A., 1987, Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Subtropics. Armidale, Penambul Books. 245 pp.
12. SAS, 1989, User's Guide Release 6.03. Cary, NC: Statistical Analysis Systems Institute.
13. Sharma H.R., Forsberg N.E. & Guenter W., 1979, The nutritive value of pressured-steamed aspen (*Populus tremuloides*) for mature sheep, *Can. J. Anim. Sci.*, 59, 303-312.
14. Silva A.T. & Ørskov E.R., 1988, Fibre degradation in the rumens of animals receiving hay, untreated or ammonia-treated straw, *Anim. Feed Sci. Technol.*, 19, 277-287.
15. Silva A.T., Greenhalgh J.F.D. & Ørskov E.R., 1989, Influence of ammonia treatment and supplementation on the intake, digestibility and weight gain of sheep and cattle on barley straw diets, *Anim. Prod.*, 48, 95-108.
16. Smith T., Manyuchi B. & Mikayiri S., 1990, Legume supplementation of maize stover. In: *Utilization of Research Results on Forage and Agricultural By-product Materials as Animal Feed Resources in Africa*.

-
- Proceedings of the Joint Workshop held in Lilongwe, Malawi, 5-9 December 1988. ILCA (International Livestock Centre for Africa), Addis Ababa, Ethiopia. p 303-320.
17. Steel R.G.D. & Torrie J.H., 1980, Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach. New York: McGraw-Hill. 481 pp.
18. Topps J.H., 1995, Forage legumes as supplements to poor quality diets in the semi-arid tropics, in: R.J. Wallace & A. Lahlou-Kassi (Editors), Proceedings of a Workshop held in Addis Ababa, Ethiopia, 13-18 March 1995. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. p 183-190.
19. Van Soest P.J., Robertson J.B. & Lewis B.A., 1991, Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition, *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597.
20. Wanapat M., Pimpa O., Petlum A. & Boontao U., 1997, Cassava hay: A new strategic feed for ruminants during the dry season. *Livestock Research for Rural Development*, 9,2: <http://www.lrrd.org/lrrd9/2/metha92.htm>
21. Wan Zahari M., Abu Hassan O., Wong H.K. & Liang J.B., 2003, Utilization of oil palm frond-based diets for beef and dairy production in Malaysia. *Asian-Aust. J. Anim.Sci.*, 16, 4, 625-634.
-

K. Bengaly, Malien, Doctorat, Coordinateur du Centre d'Expertise et de Recherche Appliquée pour le Développement (CERAD) de l'Université de Ségou, Mali.