

Mesure de la valeur alimentaire de fourrages et de sous-produits utilisés dans l'alimentation des petits ruminants

H. Nantoumé ^{1*} A. Kouriba ¹
D. Togola ² B. Ouologuem ²

Mots-clés

Ovin - Caprin - *Schoenefeldia gracilis* - *Schizachyrium exile* - *Sorghum bicolor* - *Zea mays* - *Pennisetum typhoides* - *Arachis hypogea* - *Lablab purpureus* - Ingestion de substances nutritives - Digestibilité - Valeur énergétique - Valeur nutritive.

Résumé

Les valeurs alimentaires de six fourrages disponibles localement ont été déterminées lors de deux essais de digestibilité à l'aide des moutons Toronké. Le premier essai a porté sur la paille de brousse (PB) et la paille de sorgho (PS). Les ingestions de PB et de PS ont respectivement été de 62 et 51 g de matière sèche (MS) par kilogramme P^{0,75}. Les valeurs énergétiques ont été de 0,71 et 0,60 UFL/kg de MS respectivement pour la PB et les PS. Les teneurs en matières azotées digestibles (MAD) ont été de 3 et 1 g/kg de MS respectivement pour la PB et la PS. Si les valeurs énergétiques ont été assez bonnes, les valeurs azotées ont été très faibles ; elles représentent une contrainte majeure des productions animales au Mali. Le deuxième essai a porté sur la fane d'arachide (FA), la fane de dolique (FD), les pailles de maïs (PM) et de mil (PL). Les ingestions ont été de 97, 99, 40 et 35 g MS/kg P^{0,75} respectivement pour les FA, FD, PM et PL. Les digestibilités des nutriments ont été plus élevées dans les fanes que dans les pailles, excepté celle de la cellulose brute. Les teneurs en MAD des pailles ont été négatives. Celles des fanes ont été de 67 et 58 g/kg MS respectivement pour la FA et la FD. Les valeurs énergétiques des aliments ont été de 0,76, 0,63, 0,50 et 0,42 UFL/kg de MS respectivement pour la FA, la FD, la PM et la PL. Les pailles ont eu une valeur énergétique peu élevée et une valeur azotée nulle. Les fanes riches en matières azotées totales, de digestibilité et d'ingestibilité élevées, peuvent contribuer à l'amélioration de la valeur alimentaire des pailles de céréales par une supplémentation appropriée.

■ INTRODUCTION

L'élevage en zone semi-aride en général, et dans la région de Kayes en particulier, connaît des contraintes qui se traduisent par une faible productivité des troupeaux. Parmi celles-ci, l'alimentation apparaît comme la contrainte majeure au développement des productions animales au Mali. Si de nombreuses études ont été

réalisées de par le monde sur les fourrages tropicaux (9, 15, 16), au Mali, les caractéristiques des valeurs alimentaires (composition chimique, digestibilité, ingestibilité) des fourrages locaux ont été peu étudiées. Référence est faite aux tables étrangères, anciennes et/ou inadaptées aux fourrages locaux. Pourtant, la connaissance de la valeur alimentaire des fourrages est très importante et permettrait de déterminer la supplémentation adéquate à apporter aux animaux qui les consomment, suivant le type d'animal et les performances envisagées.

Les essais rapportés ci-dessous ont pour objectifs de déterminer et de comparer la composition chimique, l'ingestibilité, les valeurs énergétique et azotée de la paille de brousse, des pailles de céréales (sorgho, maïs, mil) et des fanes de légumineuses (arachide et dolique) distribuées seules à des moutons.

1. Centre régional de recherche agronomique de Samé, BP 281 Kayes, République du Mali

2. Centre régional de recherche agronomique de Sotuba, BP 262 Bamako, Mali

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +223 52 16 62 ; fax : +223 52 19 18 ; E-mail : hamidou.nantoume@ier.ml

■ MATERIEL ET METHODES

Localisation des essais

Les essais ont été conduits à la station de recherches zootechniques du Toronké à Kayes, dans la zone semi-aride du Mali. Les précipitations moyennes annuelles sont de 400 à 600 mm. La zone présente des pâturages naturels constitués principalement de graminées, base de l'alimentation du bétail. Les activités principales sont l'agriculture et l'élevage. Les principales cultures sont le sorgho, le maïs, le mil, l'arachide dont les résidus et sous-produits peuvent contribuer à l'alimentation des animaux.

Animaux, aliments et modèle expérimental

Premier essai

Quatre béliers castrés de race Toronké ont été utilisés. Ces animaux, âgés de 18 à 20 mois et pesant $34,7 \pm 1,5$ kg ont été vaccinés, déparasités, puis logés individuellement dans des cages de digestibilité. Les aliments étudiés ont été la paille de brousse (essentiellement composée de *Schoenefeldia gracilis* et de *Schizachyrium exile*) et la paille de sorgho local (*Sorghum bicolor*). Pendant la majeure partie de la saison sèche (décembre à juin), des quantités importantes de paille de brousse collectées aux alentours de la ville ont été stockées et vendues sur les deux rives du fleuve Sénégal dans la ville de Kayes. La paille de brousse a été achetée au point de vente du foin et la paille de sorgho a été collectée dans les exploitations agricoles locales. Les fourrages ont été hachés en brins d'environ 5 cm.

Une pierre à lécher Knz* rouge a été utilisée comme complément minéral et vitaminique. L'eau et la pierre à lécher ont été disponibles en permanence.

Les quatre moutons ont été utilisés dans un dispositif avec inversion : deux moutons ont reçu la paille de brousse et les deux autres la paille de sorgho durant la première période. Lors de la deuxième période, les aliments reçus par les animaux ont été permutés.

Deuxième essai

Quatre béliers castrés de race Toronké ont été utilisés. Ces moutons, âgés de 18 à 20 mois, pesant $26,8 \pm 2,2$ kg ont été vaccinés, déparasités, traités au trypanocide puis logés individuellement dans des cages de digestibilité. Quatre aliments, la paille de maïs (*Zea mays*), la paille de mil (*Pennisetum typhoides*), la fane d'arachide (*Arachis hypogea*) et la fane de dolique (*Lablab purpureus*), ont été distribués. La pierre à lécher Knz rouge a été utilisée comme dans le premier essai. L'eau et la pierre à lécher ont été disponibles en permanence.

Les quatre moutons ont été utilisés dans un dispositif en carré latin. Il a consisté à alimenter chaque mouton avec un aliment pendant une période de sorte qu'au bout de quatre périodes chaque animal a reçu tous les aliments. La séparation des moyennes a été faite par la méthode de la plus petite différence significative (Ppds).

Mesures

Chaque période a été divisée en trois phases : adaptation (14 jours), mesure d'ingestion (7 jours) et collecte totale des fèces (6 jours). Tous les fourrages ont été distribués en deux repas (08h00

et 18h00). Un taux de refus de 15 p. 100 a été appliqué pendant la mesure d'ingestion volontaire. Pendant la période de collecte des fèces, une quantité constante correspondant à l'ingestion moyenne de la période précédente augmentée des refus a été offerte.

Les fèces ont été collectées deux fois par jour (08h00 et 17h30) à l'aide de sacs maintenus par des bretelles attachées à deux sangles. Les ingestions d'aliments ont été déterminées en pesant les quantités offertes et les refus. Les échantillons d'aliments et de fèces ont été analysés pour déterminer les teneurs en matière sèche (MS), cendres, matières azotées totales ($N \times 6,25$), cellulose brute et constituants pariétaux (NDF, ADF, ADL). L'énergie brute (EB) et l'énergie digestible (ED) ont été calculées à partir des équations établies par Richard et coll. (16). L'EB (en kcal/kg de matière organique) a été calculée à partir de la relation $Y = 4516 + \Delta + 1,646 \text{ MAT}$ dans laquelle Δ est égal à +70 pour la paille de brousse, +29 pour les pailles de sorgho, de maïs et de mil et -39 pour les fanes d'arachide et de dolique ; les MAT représentent les matières azotées totales (en g/kg de matière organique). L'énergie digestible a été calculée par la relation $ED = EB (1,055 \text{ dMO} - 6,833)$ (16). L'énergie métabolisable (EM), l'énergie nette lait (ENL), l'unité fourragère lait (UFL) et la teneur en matières azotées digestibles (MAD) ont été calculées à partir des équations établies par Andrieu et Demarquilly (1).

Les données sur l'ingestion de MS et les digestibilités des éléments des deux aliments ont été traitées par analyse de variance du dispositif avec permutation des objets.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Composition chimique

La composition chimique des fourrages est présentée dans le tableau I. Les teneurs en MO des pailles de brousse et de céréales sont peu différentes, à l'exception de la paille de mil qui a une teneur élevée en cendres. Les teneurs en MAT de ces pailles sont faibles, ne dépassant pas 40 g/kg MS. Une de ces teneurs est légèrement supérieure à celle rapportée par Doumbia et Sissoko (5) : 23 g pour la paille de brousse. Elles sont voisines de celles rapportées par Richard et coll. (16), soit respectivement 31, 34, 40 et 60 g/kg MS pour la paille de brousse sur pied en saison sèche chaude et les pailles de sorgho, de maïs et de mil. Il en est de même pour d'autres données de la littérature (6, 17, 19). Elle est inférieure à celle trouvée par Mosimanyana et Kiflawahid (12) pour la paille de sorgho (56 g).

Les teneurs en cellulose brute et en constituants pariétaux sont toujours élevées et correspondent aux résultats de divers auteurs (13, 14, 16).

Les compositions chimiques des fanes d'arachide et de dolique montrent des teneurs en MAT plus élevées que dans les pailles. Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres chercheurs. Des teneurs en MAT de 109 à 116 g/kg MS et de 86 à 132 g/kg MS sont rapportées pour la fane d'arachide respectivement par Dzwela (6) et Rivière (17). Une teneur moyenne de 107 g de MAT/kg MS pour la fane d'arachide est rapportée par Richard et coll. (16). Des teneurs en MAT atteignant 195 g/kg MS sont rapportées pour les feuilles de dolique (11).

Les teneurs en cellulose brute des fanes de légumineuses (367 et 375 g/kg MS) sont moins élevées que dans les pailles de céréales et sont proches de celles rapportées par Richard et coll. (16).

Ces résultats d'analyses chimiques mettent en évidence l'avantage nutritionnel des fanes sur les pailles.

* Composition : P = 11 p. 100 ; Mg = 1,26 p. 100 ; NaCl = 41,7 p. 100 ; Ca = 9,0 p. 100 ; Fe = 1,0 p. 100 ; Co = 100 mg/kg ; I = 200 mg/kg ; Mn = 1200 mg/kg ; Cu = 450 mg/kg ; vitamine A = 140 000 UI/kg ; vitamine D3 = 28 000 UI/kg ; vitamine E = 50 UI/kg

Tableau I

Teneur en matière sèche et composition chimique des fourrages utilisés dans les deux essais

Éléments	Paille de brousse	Pailles de céréales			Fanés de légumineuses	
		Sorgho	Maïs	Mil	Arachide	Dolique
Matière sèche (g/kg brut)	936	919	899	891	862	863
Cendres (g/kg MS)	90	103	80	157	103	127
Matière organique (g/kg MS)	910	897	920	843	897	873
Matières azotées totales (g/kg MS)	31	33	22	39	111	119
Cellulose brute (g/kg MS)	394	455	418	458	375	367
Neutral detergent fiber (g/kg MS)	812	722				
Acid detergent fiber (g/kg MS)	464	593				
Calcium (g/kg MS)			2,9	2,1	7,4	8,5
Phosphore (g/kg MS)			0,7	2,2	1,2	1,9

Valeur alimentaire des fourrages de l'essai 1

Les ingestibilités, les coefficients de digestibilité et les valeurs énergétique et azotée de la paille de brousse et de la paille de sorgho sont présentés au tableau II. Les quantités de MS volontairement ingérées ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) entre les deux fourrages. Lors de l'utilisation des pâturages naturels et des terroirs à mil et à riz par les ovins, une ingestion de 68 g de MS/kg $P^{0,75}$ est rapportée par Dicko (4). Ce résultat est comparable à l'ingestion de la paille de brousse (62 g de MS/kg $P^{0,75}$), mais supérieur à celle de la paille de sorgho (51 g de MS/kg $P^{0,75}$). Les résultats de cette étude sont supérieurs à ceux de Richard et coll. (16) qui rapportent 46 et 39 g de MS/kg $P^{0,75}$ respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho. L'ingestion moyenne de MS de la paille de brousse rapportée par Kassambara (42 à 57 de MS/kg $P^{0,75}$) (8) est comparable aux présents résultats.

Les digestibilités des matières sèches (dMS) et organique et des différents constituants de la paille de brousse et de la paille de sorgho ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$). Ces résultats sont en accord avec ceux de la littérature pour la MS. Dicko (3) rapporte une dMS de 45 à 50 p. 100 pour la paille entière de sorgho. Avec des ovins alimentés sur des pâturages naturels et des terroirs à mil et à riz, Dicko (4) trouve une dMS de 55 p. 100. Bacayoko (2) obtient une dMS de 43 et de 51 p. 100 respectivement pour le *Penisetum pedicellatum* et l'*Andropogon gayanus*. Pour la paille de sorgho, des dMS de 52 à 54 p. 100 sont rapportées (10, 13). Pour la digestibilité de la MO (dMO), des dMO plus faibles (48 et 47 p. 100 respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho) sont trouvées par Richard et coll. (16). De même, une dMO plus faible (40 p. 100) est obtenue pour la paille de sorgho (12).

Il n'y a pas de différence ($p > 0,05$) entre les digestibilités de la cellulose brute (dCB) de la paille de brousse et de la paille de sorgho (68 contre 66 p. 100). Ces résultats sont en accord avec ceux d'Olayiwole et Olorunju (13) qui rapportent une dCB de 67 p. 100 pour la paille de sorgho mais supérieurs à ceux de Richard et coll. (57 et 52 p. 100 respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho) (16).

Les digestibilités du NDF (dNDF) de la paille de brousse (64 p. 100) et de la paille de sorgho (62,5 p. 100) ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$). Reed et coll. (14) ont rapporté des dNDF de 57 à 62, de 43 à 57, de 53 à 57 p. 100 respectivement pour les limbes, les graines et les tiges de sorgho. Une dNDF plus

faible (46 p. 100) a été trouvée par Richard et coll. (16) pour la paille de sorgho.

Il n'y a pas de différence ($p > 0,05$) entre les digestibilités de l'ADF (dADF) de la paille de brousse et de la paille de sorgho (63 contre 64 p. 100). Ces valeurs sont supérieures à celles trouvées par Richard et coll. (16) qui rapportent des dADF de 51 et 44 p. 100 respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho.

Les digestibilités des MAT (dMAT) de la paille de sorgho (2 p. 100) et de la paille de brousse (9 p. 100) ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) compte tenu de l'écart-type élevé des deux mesures. Des dMAT nulles (paille de sorgho) et faibles à négatives (paille de brousse) sont trouvées par Richard et coll. (16).

Tableau II

Ingestibilités, coefficients de digestibilité et valeurs énergétique et azotée des fourrages étudiés lors de l'essai 1

	Paille de brousse	Paille de sorgho
Ingestion :		
g MS/kg $P^{0,75}$	62 ^b	51 ^b
kg MS/100 kg PV*	2,54 ^c	2,17 ^c
Coefficients de digestibilité (%) :		
Matière sèche	57,0 ^a	51,5 ^a
Matière organique	63,0 ^b	57,8 ^b
Matières azotées totales	9,1 ^f	2,4 ^f
Cellulose brute	68,3 ^c	66,0 ^c
Neutral detergent fiber	64,0 ^d	62,5 ^d
Acid detergent fiber	62,8 ^e	63,8 ^e
Valeur énergétique :		
UFL/kg MS	0,71	0,60
Valeur azotée :		
MAD**/kg MS	3	1

* Kilogrammes de poids vif ; ** Matières azotées digestibles
Les chiffres de la même ligne suivis des mêmes lettres ne diffèrent pas au seuil de 5 p. 100

Les digestibilités très faibles s'expliquent surtout par la faible teneur en MAT des aliments. La littérature rapporte qu'avec les aliments qui ont une teneur en MAT inférieure à 4,5 p. 100 de leur MS, la quantité d'azote excrétée est supérieure à celle qui est ingérée.

Les valeurs (en UFL) de la paille de brousse et de la paille de sorgho ont été assez bonnes. Kouao (9) obtient des résultats de 0,56 à 0,65 UFL pour un pâturage de savane mis en défens dans la zone pastorale de Karakoro en Côte d'Ivoire. La valeur énergétique de la paille de sorgho est comparable à celle de Kassambara (8) qui rapporte 0,61 UFL/kg de MS pour la paille de riz. En revanche, des valeurs plus faibles (0,51 et 0,48 UFL/kg MS respectivement pour la paille de brousse et la paille de sorgho) sont rapportées par Richard et coll. (16).

Les teneurs en matières azotées digestibles (MAD) de la paille de brousse et de la paille de sorgho ont été très faibles (respectivement 3 et 1 g/kg de MS). Des valeurs nulles de MAD sont trouvées pour la paille de brousse et la paille de sorgho par Richard et coll. (16). La faible valeur en MAD s'explique surtout par la faible teneur en MAT de ces sous-produits.

Valeur alimentaire des aliments de l'essai 2

Les ingestibilités, les coefficients de digestibilité et les valeurs énergétique et azotée des pailles de maïs et de mil et des fanes d'arachide et de dolique sont présentés au tableau III. Les quantités de MS volontairement ingérées sont significativement différentes ($p < 0,01$) entre les pailles de céréales (maïs et mil) et les fanes de légumineuses (arachide et dolique). Les ingestions sont plus élevées pour les fanes, 99 et 97 g/kg $P^{0,75}$ respectivement pour la dolique et l'arachide, que pour les pailles, 40 et 35 g/kg $P^{0,75}$ respectivement pour le maïs et le mil. Cependant, à l'intérieur de chaque groupe d'aliments, les ingestions ne sont pas significativement différentes. Ces résultats sont conformes à ceux de la littérature. Les ingestions de paille de mil et de fane d'arachide rapportées par Richard et coll. (16) sont respectivement de 33 et 71 g/kg $P^{0,75}$. Rivière (17) rapporte que l'ingestibilité est en liaison positive avec le contenu cellulaire (azoté) et en liaison négative avec la

teneur en parois (cellulose brute). Ainsi, les légumineuses sont ingérées en quantité plus élevée que les graminées parce qu'elles sont dégradées plus rapidement dans le rumen.

Les dMS des aliments sont différentes ($p < 0,05$). Les fanes ont des dMS plus élevées que les pailles. Aussi la dMS de la fane d'arachide (66) est-elle plus élevée que celle de la fane de dolique (57). Les dMS des deux pailles ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) et sont de 44 et 49 p. 100 respectivement pour le mil et le maïs. Mosimanyana et Kiflawahid (12) rapportent une dMS *in vitro* de 59 et 40 p. 100 respectivement pour les pailles de maïs et de mil. La dMS *in vitro* de MS des pailles de céréales est inférieure à celle des fanes de légumineuses (12).

Les dMO des aliments sont également différentes ($p < 0,05$). Elles sont plus élevées pour les fanes que pour les pailles ($p < 0,05$). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Mosimanyana et Kiflawahid (12) qui rapportent que les fanes de légumineuses ont une dMO plus élevée que les pailles de céréales. Richard et coll. (16) rapportent des dMO plus faibles, 57 et 38 p. 100 respectivement pour la fane d'arachide et la paille de mil. La fane d'arachide a une dMO plus élevée que la fane de dolique. De même, la paille de maïs a une dMO plus élevée que celle de mil.

Les digestibilités de la cellulose brute des aliments sont différentes ($p < 0,05$), notamment la fane de dolique a la plus faible digestibilité de CB (45,7 p. 100). Les trois autres fourrages ont des dCB similaires, comprises entre 62 et 59 p. 100. La faible dCB de la fane de dolique peut s'expliquer par le stade végétatif poussé de la dolique et les caractéristiques propres à la culture qui conduisent à un taux élevé de lignine, facteur limitant de la digestibilité.

Les teneurs en énergie nette des aliments sont de 0,76, 0,63, 0,50 et 0,42 UFL/kg de MS respectivement pour la fane d'arachide, la fane de dolique, la paille de maïs et la paille de mil. Richard et coll. (16) rapportent des valeurs énergétiques moins élevées (0,61 UFL/kg de MS pour la fane d'arachide et 0,34 UFL/kg de MS pour la paille de mil). Les fanes de légumineuses ont une valeur énergétique assez bonne. Quant aux pailles de céréales leurs valeurs énergétiques sont faibles.

Tableau III

Coefficients de digestibilité, valeurs énergétique et azotée, ingestibilité des fourrages étudiés lors de l'essai 2

Paramètres	Pailles de céréales		Fanés de légumineuses	
	Maïs	Mil	Arachide	Dolique
Ingestion				
g MS/kg $P^{0,75}$	40 ^a	35 ^a	97 ^b	99 ^b
kg MS/100 kg PV*	1,75 ^a	1,53 ^a	4,25 ^b	4,37 ^b
Coefficients de digestibilité (%) :				
Matière sèche	49,3 ^c	43,6 ^c	65,6 ^a	57,2 ^b
Matière organique	49,5 ^c	46,8 ^d	66,3 ^a	59,2 ^b
Cellulose brute	62,7 ^a	58,9 ^a	58,2 ^a	45,7 ^b
Matières azotées totales	-73,5	-10,6	60,3	48,3
Valeur énergétique :				
UFL/kg MS	0,50	0,42	0,76	0,63
Valeur azotée :				
MAD**/kg MS	0 (-14,3)	0 (-3,7)	57,6	49,7

* Kilogrammes de poids vif ; ** Matières azotées digestibles

Les chiffres de la même ligne suivis des mêmes lettres ne diffèrent pas au seuil de 5 p. 100

La dMAT des pailles est négative par suite de la faible teneur en MAT de ces aliments (2 à 4 p. 100 de la MS). Richard et coll. (16) trouvent des dMAT de 53 et 1 p. 100 respectivement pour la fane d'arachide et la paille de mil. La dMAT de la fane d'arachide est plus élevée que celle de la fane de dolique ($p < 0,05$), peut-être par suite de la présence dans cette dernière de tannins ou d'autres éléments antinutritionnels comme le laisse supposer la teneur élevée en matières azotées non digestibles.

Les teneurs en MAD des pailles sont négatives. Celles des fanes d'arachide et de dolique sont respectivement de 67 et 58 g/kg de MS, du même ordre que celles rapportées par Rivière (entre 86 et 34 g/kg de MS) (17) et par Richard et coll. (en moyenne 57 ± 17 g/kg de MS) (16). Tillman et coll. (18) rapportent une teneur en MAD de 93 g/kg de MS pour la fane d'arachide, donc supérieure à celle trouvée au cours de cette étude.

■ CONCLUSION

Il ressort de cette étude que les caractéristiques suivantes (teneur faible en matières azotées totales, teneur élevée en composés ligno-cellulosiques et faible digestibilité) se rencontrent dans la paille de brousse et les pailles de céréales. De digestibilité et d'ingestibilité faibles, la paille de brousse et les pailles de céréales ont une faible valeur énergétique et une valeur azotée nulle. Ces aliments ne permettent pas de couvrir les besoins d'entretien des animaux. Ceci explique la perte de poids observée chez les moutons consommant exclusivement la paille de brousse et les pailles de céréales.

Les fanes de légumineuses (arachide et dolique) sont riches en matières azotées et ont des teneurs moyennes en constituants pariétaux. Leurs digestibilités et ingestibilités sont plus élevées et par conséquent leurs valeurs énergétique et azotée sont satisfaisantes. Il en résulte que la complémentation de la paille de brousse et des pailles de céréales par les fanes de légumineuses est nécessaire d'autant plus qu'une complémentation azotée qui augmente l'activité cellulolytique des microorganismes du rumen augmente ainsi la digestibilité de la matière organique et des parois végétales.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1987. Valeur nutritive des fourrages : tables et prévision. *Bull. Tech. Crzv* (Theix, Inra), **70** : 61-73.
2. BACAYOKO A., 1994. Etude de la digestibilité et de la complémentation des pailles. Mémoire DEA, Isfra, Bamako, Mali.
3. DICKO M.S., 1980. Mesure de la production secondaire des pâturages : un exemple d'application dans l'étude d'un élevage de système extensif au Mali. In : Le Houerou H.N. dir. public., Actes du colloque Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances, Addis Abeba, Ethiopie, 8 -12 avril 1980. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 245-251.

4. DICKO M.S., 1983. Nutrition animale. In: Wilson R.T., de Leeuw P.N., de Han, dir. public., Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 95-106.
5. DOUMBIA M., SISSOKO K., 1990. Utilisation de la paille de brousse enrichie à l'urée dans la complémentation chez les petits ruminants. Bamako, Mali, Inrzh, Commissions techniques des productions animales.
6. DZOWELA B.H., 1987. Efforts to enhance maize stover utilization for smallholder livestock producers in Malawi. In: Proc. of Workshop Utilization of agricultural byproducts as livestock feeds in Africa, Blantyre, Malawi, September 1986, p. 27-36.
7. JARRIGE A. dir. public., 1978. Alimentation des ruminants. Versailles, France, Inra Publications, p. 79-590.
8. KASSAMBARA I., 1983. Contribution à l'étude de la valeur alimentaire des sous-produits agro-industriels utilisés dans l'alimentation des ruminants au Mali. Thèse Docteur-Ingénieur, Université de Pierre et Marie Curie, Paris VI, France, 96 p.
9. KOUAO B.J., 1985. Etude de la digestibilité et de la valeur alimentaire d'un herbage de savane en relation avec l'âge des repousses. Bouaké, Côte d'Ivoire, Dig/Ce/Idessa. (Note technique n° 02)
10. MCINTIRE J., REED J.D., TELDA A., JUTZI S., KEBEDE Y., 1988. Evaluating sorghum cultivars for grain and straw yield. In: Reed J.D., Capper B.S., Neate P.J.H., dir. public., Acte du colloque Plant breeding and the nutritive value of crop residues, Addis Abeba, Ethiopie, 7-10 décembre 1987. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 283-300.
11. MEMENTO DE L'AGRONOME, 1984. Troisième édition. Paris, France, ministère des Relations extérieures, coopération et développement, 1604 p. (Coll. Techniques rurales en Afrique)
12. MOSIMANYANA B., KIFLEWAHID B., 1987. Feeding of crop residues to milking cows in small scale farms in Botswana. In: Little D.A., Said A.N., dir. public., Actes du colloque Utilization of agricultural byproducts as livestock feeds in Africa, Blantyre, Malawi, Septembre 1986, p. 127-135.
13. OLAYIWOLE M.B., OLORUNJU A.S., 1987. Feedlot performance of yearling steers previously maintained on different crop residue/supplementation regimes. In: Little D.A., Said A.N., dir. public., Actes du colloque Utilization of agricultural byproducts as livestock feeds in Africa, Blantyre, Malawi, Septembre 1986, p. 72-82.
14. REED J.D., KEBEDE Y., FUSSEL L.K., 1988. Factors affecting the nutritive value of sorghum and millet crop residues. In: Reed J.D., Capper B.S., Neate P.J.H., dir. public., Actes du colloque Plant breeding and the nutritive value of crop residues, Addis Abeba, Ethiopie, 7-10 décembre 1987. Addis Abeba, Ethiopie, Cipea, p. 233 à 251.
15. RICHARD D., 1987. Valeur alimentaire de quatre graminées fourragères en zone tropicale. Thèse Doct. 3^e cycle, Université Paris VI, France, 314 p.
16. RICHARD D., GUERIN H., FALL S.T., 1988. Feeds of the dry tropics (Sénégal). In: Jarrige R. Ed., Ruminant nutrition: Recommended allowances and feed tables. Paris, France, Inra, p. 325-342.
17. RIVIERE R., 1978. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical, 2^e ed. Paris, France, ministère de la Coopération, 527 p.
18. TILLMAN D., ALLEN R., HARLAN E., GETZ R.W., 1986. A Guide to the feeding and nutrition of ruminants in the Tropics. Little Rock, AR, USA, Winrock International Institute for Agricultural Development.
19. URIO N.A., 1981. Alkali treatment of roughages and energy utilization of treated roughages fed to sheep and goats. PhD Thesis, University of Dar es Salam, Tanzania.

Accepté le 30.04.2001

Summary

Nantoumé H., Kouriba A., Togola D., Ouologuem B. Evaluation of the feeding value of forages and byproducts used for feeding small ruminants

The feeding values of six locally available forages were determined through two digestibility trials, using Toronke sheep. Bush haulm and sorghum stovers were studied in the first trial. Dry matter (DM) intakes were 62 and 51 g DM/kg $P^{0.75}$ for bush haulm and sorghum stovers, respectively. The energy values were 0.71 and 0.60 UFL/kg DM for bush haulm and sorghum stovers, respectively. Digestible crude protein (DCP) contents were 3 and 1 g/kg DM for bush haulm and sorghum stovers, respectively. Energy values were rather high, whereas crude protein values were very low; they represent a major constraint to animal production in Mali. In the second trial, groundnut haulm, *Lablab purpureus* haulm, corn stovers and millet stovers were studied. Dry matter intakes were 97, 99, 40 and 35 g DM/kg $P^{0.75}$ for groundnut haulm, *Lablab purpureus* haulm, corn stovers and millet stovers, respectively. Digestibility was higher in stalks than in stovers except for crude fiber. DCP contents of corn and millet stovers were negative. They were 67 and 58 g/kg DM for groundnut haulm and *Lablab purpureus*, respectively. The energy values of the feeds were 0.76, 0.63, 0.50 and 0.42 UFL/kg DM for groundnut haulm, *Lablab purpureus* haulm, corn stovers and millet stovers, respectively. Stovers had a low energy value and zero DCP content. The feeding value of the cereal stovers may be improved with legume haulms as supplements, given the latter high total CP, digestibility and intake coefficients.

Key words: Sheep - Goat - *Schoenefeldia gracilis* - *Schizachyrium exile* - *Sorghum bicolor* - *Zea mays* - *Pennisetum typhoides* - *Arachis hypogea* - *Lablab purpureus* - Nutrient intake - Digestibility - Energy value - Nutritive value.

Resumen

Nantoumé H., Kouriba A., Togola D., Ouologuem B. Medida del valor alimenticio de los forrajes y de los sub productos utilizados en la alimentación de los pequeños rumiantes

Se determinaron los valores alimenticios de seis forrajes disponibles localmente, mediante dos estudios de digestibilidad, en corderos Toronké. El primer estudio fue sobre la paja de tamojal (PB) y pajas de sorgo (PS). Las ingestiones de PB y de PS fueron respectivamente de 62 y 51 g de MS/kg $P^{0.75}$. Los valores energéticos fueron de 0,71 y 0,60 UFL/kg de MS respectivamente para la PB y las PS. Las tenencias en materias nitrogenadas digestibles (MAD) fueron de 3 y 1 g/kg de MS respectivamente para la PB y las PS. Así como los valores energéticos fueron bastante buenos, wlos valores nitrogenados fueron bajos, representando un obstáculo importante para la producción animal en Malí. El segundo estudio fue sobre las hojarascas de cacahuete (FA), las hojarascas de dólicos (FD), las pajas de maíz (PM) y de mijo (PL). Las ingestiones fueron de 97, 99, 40 y 35 g MS/kg $P^{0.75}$ respectivamente para FA, FD, PM y PL. Las digestibilidades de los elementos fueron más elevadas en las hojarascas que en las pajas, con excepción de la CB. Las tenencias en MAD de las pajas fueron negativas. Las de las hojarascas fueron de 67 y de 58 g/kg MS respectivamente para la FA y la FD. Los valores energéticos de los alimentos fueron de 0,76, 0,63, 0,50 y 0,42 UFL/kg de MS respectivamente para la FA, la FD, las PM y PL. Las pajas presentaron un valor energético bajo y un valor nitrogenado nulo. Las hojarascas ricas en MAT, de digestibilidad y de ingestibilidad elevadas, pueden contribuir al mejoramiento del valor alimenticio de las pajas de cereales mediante un suplemento apropiado.

Palabras clave: Ovino - Caprino - *Schoenefeldia gracilis* - *Schizachyrium exile* - *Sorghum bicolor* - *Zea mays* - *Pennisetum typhoides* - *Arachis hypogea* - *Lablab purpureus* - Ingestión de nutrientes - Digestibilidad - Valor energético - Valor nutritivo.