

Effet de la pâture des ovins sur le rendement en grains de maïs et de fourrage et les propriétés du sol dans le système d'association de cultures maïs-*Lablab purpureus* au Bénin

A. B. Aboh¹⁰, S. H. S. Honvou¹¹, I. Gbégo Tossa¹¹, G. A. Zoffoun¹² et G. A. Mensah¹¹

Résumé

Une expérimentation a été conduite pendant trois ans successifs (2010 à 2012) pour évaluer l'effet de la pâture sur les rendements de fourrage, de grain de maïs et les propriétés chimiques de sol ainsi que sur la croissance pondérale des ovins dans un système d'association de cultures. Le dispositif expérimental était un split plot avec comme parcelle principale, le type d'association de cultures : maïs-*Lablab purpureus* (Lablab) ou maïs pure, et comme sous parcelle, le type de pâture : la pâture et la non pâture avec les ovins. Le rendement de maïs grain a varié de 1.461 à 2.955 kg/ha. Ce rendement était similaire ($p > 0.05$) pour les types d'association de cultures. Les parcelles pâturées ont donné des rendements de maïs grain plus élevés que les mêmes types de parcelle non pâturée. Le rendement en fourrage était plus élevé ($p < 0,001$) sur la parcelle d'association maïs-Lablab. La teneur en matières azotées totales de Lablab (20,59% MS) était meilleure avec une production de fourrage de bonne qualité pour la parcelle d'association maïs-lablab. La pâture a amélioré sensiblement le pH (H_2O) du sol comparé au sol non pâturé. Le gain de poids vif moyen quotidien des ovins était meilleur sur la parcelle d'association maïs-lablab (40-60,7 g/j) que sur celle de maïs pure (31-33,6 g/j). La technologie de l'intégration de la pâture à l'association maïs-Lablab est une option viable et peut aider à améliorer le bien-être des producteurs.

Mots clés : Caractéristique du sol, légumineuse, association de cultures, aliment, élevage.

Effect of grazing by sheep on maize and forage yields and soil properties in maize-*Lablab purpureus* cropping system in Benin

Abstract

An experiment was conducted during 3 years to evaluate the effect of grazing by sheep on yields of forage and maize grain, and soil chemical properties as well as sheep weight gain in intercropping systems. The design was split plot with the main plots as maize intercropped with *Lablab purpureus* and pure maize crop, and subplots as grazing and no grazing with sheep. The maize grain yield ranged from 1461 kg/ha to 2955 kg/ha. Its yield was similar ($P > 0.05$) among cropping system. However, grazed plot gave more maize grain yield than the same plot no grazed. Lablab crude proteins (20.59% of DM) were better resulted high feedstuffs maize-lablab intercropped plot. With grazing plot, soil pH (H_2O) improved significantly compared to that of no-grazed. Sheep average daily live weight gain was better on maize-lablab plot (40-60.7 g/day) than that of pure maize plot (31-33.6 g/day). The technology of integrated grazing into improve maize-Lablab is a viable option and may help to improve smallholder welfare.

Mots clés : Soil characteristics, leguminous, crops association, feed, livestock.

INTRODUCTION

La croissance rapide de la population du Bénin a accru l'extension des terres cultivées et a généré la réduction subséquente ou l'abandon de la jachère. Cette situation de réduction de la durée ou

¹⁰ Dr André BOYA ABOH, École de Gestion et d'exploitation des Systèmes d'Élevage (EGESE), Université d'Agriculture de Kétou (UAK), 06 BP 629 Cotonou 06, E-mail: aboh.solex@gmail.com, a2abohboya@yahoo.fr, Tél. : (+229) 97 93 14 22, République du Bénin

¹¹ Sèton H. Sylvanus HOUNVOU, Laboratoire de Recherches Zootechnique, Vétérinaire et Halieutique (LRZVH), Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : sylvanushonvou@yahoo.fr, Tél. : (+229) 97 05 30 98, République du Bénin
Dr Ir. Isidore GBEGO TOSSA, LRZVH/CRA-Agonkanmey/INRAB), 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : isigbeg@yahoo.fr, Tél. : (+229) 96 37 74 40, République du Bénin

Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, LRZVH/CRA-Agonkanmey/INRAB), 01 BP 2359 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : mensahga@gmail.com, ga_mensah@yahoo.com, Tél. : (+229) 97 49 01 88/95 22 95 50, République du Bénin

¹² Dr Gbéliho Alex ZOFFOUN, Direction Générale de l'INRAB, 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : zofalex@yahoo.fr, alex.zoffoun35@gmail.com, Tél. : (+229) 96 69 71 53, République du Bénin

d'abandon de la jachère, est cruciale pour la régénération traditionnelle de la fertilité des sols. La culture continue des terres a accéléré la baisse de la teneur du sol en matière organique et la perte de sa structure physique (Igué, 2000). Les conséquences sont la faible productivité des cultures et du bétail. Dans la savane nord Guinée du Bénin en Afrique de l'Ouest, la plupart des producteurs pratiquent l'élevage des ovins. L'alimentation de saison sèche (environ six mois) est la contrainte majeure de la production animale. Les résidus de récolte constituent la principale source d'alimentation, même si leur teneur en protéines est faible. La faible fertilité des sols est l'un des facteurs limitant le rendement en grains de maïs.

Le maïs est la principale culture vivrière cultivée en association avec une légumineuse à graine. Les recherches récentes ont montré que l'association céréale-légumineuse (fourragères ou à graine) en cultures intercalaires est une option prometteuse pour développer un système d'agriculture économiquement viable (Maluleke *et al.*, 2004; Tanimu *et al.*, 2007). *Lablab purpureus* (Lablab) est une légumineuse à double usage tels que le fourrage (pâturation ou conservation) et l'engrais vert (Muza, 1998 ; Mapiye, 2007). La pâturation par le bétail a montré qu'elle modifie de manière significative presque tous les aspects de la structure et de la fonction du sol dont notamment la composition physique, chimique, biologique, le recyclage des nutriments et la productivité (Bilotta *et al.*, 2007). Dans notre zone d'étude située de la savane nord Guinée du Bénin, des données sont peu disponibles pour montrer l'effet de la pâturation ou non du système d'association maïs-Lablab sur les propriétés du sol, le rendement des cultures et la croissance pondérale des ovins. Cette étude vise à évaluer la contribution potentielle à court terme (3 ans) de l'intégration de l'association maïs-Lablab et la pâturation des animaux pour améliorer leur productivité.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Milieu d'étude et dispositif expérimental

L'expérience a été menée en 2010, 2011 et 2012, en station à Ina (Latitude 9° 58'32 "N, longitude de 7° 5' E) dans la savane nord Guinéenne du Bénin. La pluviométrie moyenne annuelle est 1.188 mm avec une température moyenne de 26 à 36°C. Le sol du site au début de l'expérimentation, a indiqué un sol ferrugineux tropical avec pH H₂O 4,6 ; C% 0,55 ; N% 0,053 ; P mgkg⁻¹ 8,5 ; K Cmol kg⁻¹ 0,1 ; Na Cmol kg⁻¹ 0,2 ; Mn mg kg⁻¹ 0,1 ; Mg Cmol 0,1 kg⁻¹ ; CCE Cmol 2,5 kg⁻¹. Les précipitations s'étendent de mai à octobre chaque année, soit six mois de saison sèche.

Le dispositif expérimental est le split plot avec 3 répétitions. Les parcelles principales, type d'association de cultures étaient maïs-Lablab et maïs pure, et les parcelles secondaires, type de pâturation étaient la pâturation et sans pâturation par les ovins. Les dimensions des parcelles sans pâturation et avec pâturation étaient respectivement de 20m x 10m et 20m x 30m.

Mise en place de l'association des cultures

L'expérimentation a duré 3 ans. En première année, le champ en friche a été labouré à la traction animale. L'association maïs-Lablab est semée dans un rapport de 3: 1. La variété de maïs TZPB-SRW (120 jours maturité) a été semée à une densité de 40000 plants/ha et un écartement de 100 cm entre les lignes et de 25 cm sur les lignes. Lablab est semé 28 jours après le semis de maïs. Le désherbage manuel a été fait à 4 et 6 semaines après le semis de maïs. Un engrais composé NPK (60-60-60) a été appliqué chaque année à 60 kg/ha, en deux applications dont le premier au moment du semis de maïs et la seconde 6 semaines après le semis du maïs.

Gestion de la pâturation des ovins

Après la récolte de maïs, six groupes de trois ovins ont été distribués par parcelle sur la base de leur poids vif. Au total 18 ovins nains d'Afrique de l'Ouest ont été utilisés. Les ovins ont pâturé nuit et jour avec un accès à l'eau et au bloc minéral pendant 21 à 43 jours. Deux placeaux de 8 m² ont été installés par parcelle pour évaluer la matière sèche (MS) de Lablab et de fourrage naturel. Les poids vifs individuels ont été enregistrés au début et à la fin de l'expérimentation afin de déterminer le gain de poids.

Les échantillons de feuilles de Lablab, de la paille de maïs et des fourrages ont été prélevés pour leurs analyses chimiques au laboratoire. Les teneurs en matière sèche (MS, méthode ID 934.01) et les matières azotées totales (MAT, méthode ID 954.01) ont été déterminées selon les méthodes officielles approuvées par AOAC (2000). Les teneurs en constituants pariétaux en particulier la cellulose brute (CB), Neutral et Acid Detergent Fiber (NDF et ADF) ont été déterminées selon la

méthode des sachets filtrants établie par ANKOM (ANKOM 200 Analyzer Fibre ; SKU: A200 & nbspA200I).

Évaluation de la propriété du sol

Des échantillons de sol ont été prélevés de 0-15 cm de profondeur en première et en dernière année. Ces échantillons ont été utilisés pour déterminer l'azote total (N) selon la méthode de Kjeldahl; la matière organique du sol (MO), le phosphore disponible (P), le potassium (K), le magnésium (Mg), le calcium (Ca), le sodium (Na), la capacité d'échange cationique (CEC) (Van Soest *et al.*, 1991).

Analyse statistique

L'analyse de variance (ANOVA) a été réalisée en utilisant le logiciel Statistica 6.0 (Statistica, 1998). Les critères suivants ont été pris en compte : le type d'association de cultures (maïs et association maïs-Lablab) ; le type de pâture (pâture et sans pâture) ; les années d'expérimentation (année 1, année 2 et année 3) ; l'effet des interactions des années d'expérimentation sur les paramètres de rendement de fourrage total et de maïs grain. Les sources de variations pour le paramètre de gain de poids vif sont le type de culture, l'année et leur interaction. Le type d'association de cultures et le type de pâture étaient les sources de variation des données de composition chimique du sol.

RÉSULTATS

Les résultats obtenus ont été relatifs à la composition chimique du sol, au rendement en maïs grains, à la production et à la qualité des fourrages, puis aux performances de croissance du mouton.

Composition chimique du sol

La pâture des parcelles par les ovins a amélioré significativement ($p < 0,05$) le pH (H_2O) du sol comparé au système de la non pâture (tableau 1). Aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a existé entre les types de pâture et entre les types d'association maïs-Lablab pour la teneur en azote total, en carbone organique, en phosphore disponible, en potassium, en sodium, en magnésium et en capacité d'échange cationique (tableau 1).

Tableau 1. Effet du type d'association de cultures et du type de pâture par les ovins sur les propriétés du sol

Variables	Type d'association de cultures			Type de pâture		
	Mais pure	Mais-Lablab	SE	Sans pâture	Pâture	SE
pH (H_2O)	5,880	5,930	0,059	5,840	5,970	0,0410*
C organique (%)	0,723	0,758	0,035	0,718	0,773	0,0320
N (%)	0,067	0,091	0,003	0,071	0,064	0,0053
P (mg/kg)	5,450	5,130	0,242	5,058	5,530	0,4680
K (Cmol/kg)	0,084	0,088	0,005	0,075	0,097	0,0120
Ca (Cmol/kg)	0,500	0,472	0,081	0,433	0,540	0,0360
Mg (Cmol/kg)	0,186	0,188	0,025	0,179	0,197	0,0190
Na (Cmol/kg)	0,102	0,103	0,007	0,108	0,098	0,0065
CEC (Cmol/kg)	0,987	0,973	0,117	0,910	1,050	0,0630

SE : Erreur-type de la moyenne ; * Significative au seuil de probabilité de 5%.

Rendement en maïs grains, production et qualité des fourrages

Les rendements en maïs grains (MG) ont été présentés dans le tableau 2. Aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a existé entre les types d'association. Cependant, une différence significative ($p < 0,05$) a été obtenue entre les types de pâture et entre les années d'expérimentation. Les rendements de maïs grains sont plus élevés sur les parcelles pâturées que celles des mêmes types non pâturées. Au cours des 3 années d'expérimentation, le rendement de maïs grains était significativement ($p < 0,001$) plus élevé en deuxième année.

La teneur en matières azotées totales (MAT) et en cendres de Lablab était plus élevée que celle de la paille de maïs (tableau 3). Par contre, les teneurs des constituants de la paroi cellulaire (NDF, ADF et lignine) étaient plus élevées pour la paille de maïs. La production de fourrage totale (lablab, paille de

maïs et fourrage naturel) était plus élevée ($p < 0,001$) dans le système d'association maïs-Lablab que dans le système de culture pure de maïs (tableau 4). En général, cette production fourragère a augmenté de la première année à la troisième année d'expérimentation.

Tableau 2. Effet de la pâture des types de cultures par les ovins sur le rendement en maïs grain (kg/ha)

Années	Maïs pur		Valeur de P	Maïs-Lablab	
	Sans pâture	Pâture		Sans pâture	Pâture
Année 1	1.461 ± 135	-		1.503 ± 172	-
Année 2	2.063 ± 321	2.650 ± 633		2.412 ± 285	2.840 ± 202
Année 3	1.712 ± 335	2.596 ± 600		2.220 ± 157	2.955 ± 643
Source de variation	degré de liberté		Valeur de P		
Type d'association	1		0,565		
Type de pâture	1		0,017		
Année	2		<0,001		
Type d'association * type de pâture	1		0,305		
Type d'association * Année	2		0,395		
Type de pâture * Année	2		0,106		
Type d'association * Type de pâture * Année	2		0,340		

Tableau 3. Composition chimique (% matière sèche) de Lablab et paille de maïs

Types de fourrage	MAT	ADF	NDF	Lignine	Matière minérale
Lablab	20,59	34,85	44,2	7,01	10,73
paille de maïs	3,77	50,3	76,2	9,6	8,45

MAT : Matières Azotées Totales ; ADF : Acid Detergent Fibre; NDF : Neutral Detergent Fibre

Tableau 4. Rendement en fourrage total (kg/ha de matière sèche)

Années	Maïs pure		Valeur de P	Maïs-Lablab	
	Sans pâture	Pâture		Sans pâture	Pâture
Année 1	2.277 ± 119	-		3.446 ± 398	-
Année 2	3.546 ± 460	3.491 ± 832		4.772 ± 536	4.925 ± 353
Année 3	2.930 ± 403	3.931 ± 631		4.400 ± 623	5.492 ± 1.187
Source de variation	degré de liberté		Valeur de P		
Type d'association	1		<0,001		
Type de pâture	1		0,051		
Année	2		<0,001		
Type d'association * type de pâture					
Type d'association * Année	2		0,210		
Type de pâture * Année	2		0,187		
Type d'association * Type de pâture * Année	2		0,379		

Performances de croissance du mouton

Le GMQ a varié de 31 à 60,7 g/jour (Figure 1). La croissance pondérale des ovins était significativement ($p < 0,05$) affectée par les régimes alimentaires (Figure 1). Le GMQ des ovins a été meilleur sur les parcelles d'association maïs-Lablab (40-60 g/jour) au cours des trois années d'expérimentation (Figure 1).

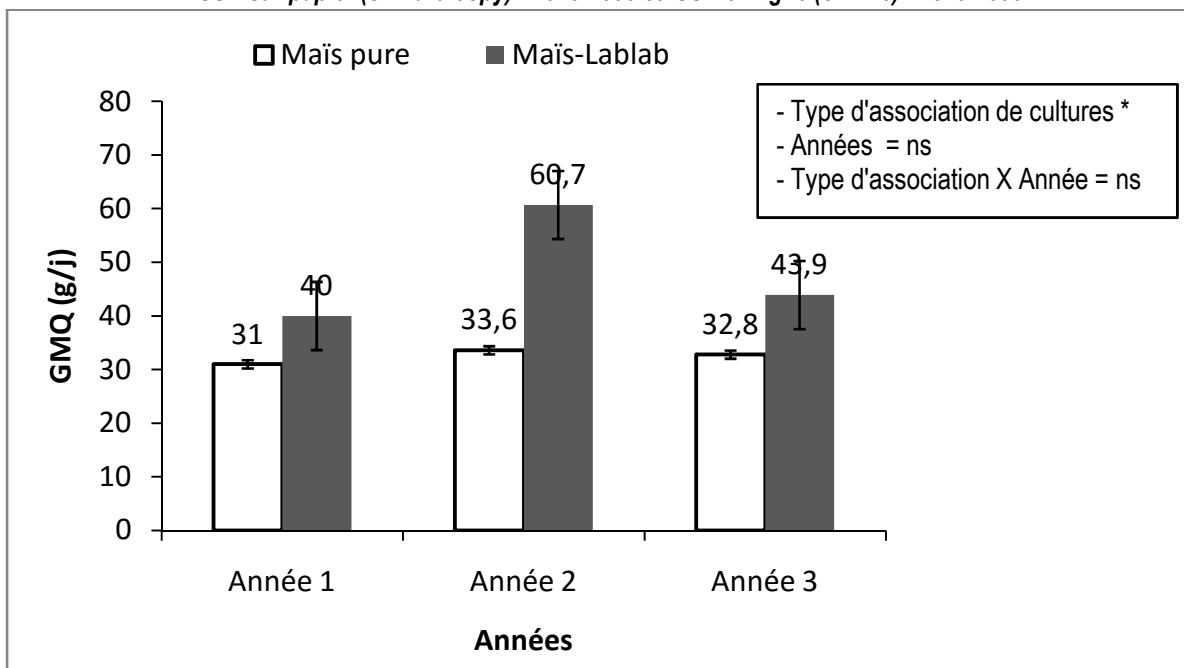


Figure 2. Effet de la pâture de type d'association de culture sur le gain de poids moyen quotidien des ovins

* significatif au seuil de probabilité $p < 0,05$; ns = pas de différence significative.

DISCUSSION

Rendement en grains de maïs et les propriétés du sol

Les résultats ont montré que l'association de cultures maïs-Lablab a eu un effet positif (mais non significatif) sur certaines caractéristiques du sol notamment l'azote et le carbone organique. Cette légère amélioration des caractéristiques du sol peut être attribuée à l'effet de Lablab. Les facteurs favorisant de cet effet positif seraient entre autres le transfert direct des nutriments des légumineuses pour les plants de maïs, la conservation de l'humidité et l'effet résiduel de l'azote fixée par la légumineuse ou la décomposition de la matière du sol (Sanguiga *et al.*, 1996). Il résulte de cette expérimentation, qu'un rendement en maïs grain similaire a été obtenu sur la parcelle de culture pure de maïs et celle d'association maïs-Lablab malgré la faible densité de semis de maïs. Ce léger effet positif peut être attribué à la contribution de l'azote fournie par la composante Lablab. En effet, des travaux ont montré que la fixation de l'azote varie de 0 à 250 kg N/ha avec une moyenne de 110 kg N/ha qui peuvent être obtenus à partir de légumineuses annuelles avec une période de 100 à 150 jours de croissance (Sanginga *et al.*, 1996). Notre résultat montre que l'effet de l'année sur le rendement de maïs grain est significatif ($p < 0,05$). Le faible rendement de maïs grain obtenu en première année peut être dû à un retard de semis de maïs (Juin en année 1 vs mai en année 2 et 3). En effet, le retard des semis conduit à un mauvais développement de Lablab qui ne peut pas fixer assez d'azote pour stimuler la production de maïs étant donné que la densité de maïs était faible. L'accroissement du rendement en maïs grain enregistré en deuxième année est conforme aux résultats de Mmbaga et Friesen (2003) dans le système de culture intercalaire maïs-dolique. Les propriétés chimiques du sol notamment en pH (H_2O) ($> 21\%$), N ($> 17\%$) et C ($> 23\%$) sont améliorées après trois années de culture. Cette amélioration pourrait être attribuée à la présence et la décomposition de Lablab, aux résidus de culture et / ou de fumier de mouton. Par ailleurs, cette amélioration pourrait être due à la libération lente d'azote qui garantit son approvisionnement continu pendant la période de croissance du maïs. En revanche, l'association maïs-Lablab semble diminuer certains nutriments du sol tels que P, K, Na, Mn, Mg et le CEC probablement en raison de leur absorption forte par le maïs.

Concernant la pâture par les moutons, le sol est devenu moins acide. Ce qui confirme les conclusions de Liebig *et al.* (2006). Cette évolution positive peut être probablement due à la minéralisation rapide de fumier ; ce qui peut donc expliquer l'augmentation du rendement en maïs grain obtenu dans les parcelles pâturées. En effet, dans le système de pâture, les animaux transforment les fourrages et

rejetent les déjections pour enrichir le sol dont les éléments nutritifs sont utilisés par les plantes pour améliorer leurs rendements. En effet, la production journalière de déjection chez les ovins varie de 30 à 170 g avec 2 à 2,8% d'azote, 0,4 à 1,6% de phosphore, 0,4 à 1,9% de potassium, 1,2 à 2,5% de calcium et 0,3 à 0,8% de magnésium (Bloor *et al.*, 2012). Avec le système de pâture, les parcelles gagnent un avantage supplémentaire en recevant l'urine qui contient environ 40-60% de l'azote excrété par l'animal (Powell et Ikpe, 1992). La bonne teneur en matière organique et minéraux des déjections justifierait l'augmentation légère en rendement de maïs grain enregistrée dans les parcelles d'association maïs-Lablab pâturées.

Qualité fourragère et gain de poids des ovins

La concentration en protéines brutes dans la paille de maïs est inférieure à 0,40% avec une teneur élevée en fibres ; ce qui confirme les conclusions de Kabirizi *et al.* (2007). Ce type d'aliments peut être mal digéré par les animaux. Par contre, Lablab contient plus que le minimum de protéines brutes (6,0 à 8,0%) indiqué et conseillé par Minson (1981) pour la production animale afin d'assurer une bonne ingestion alimentaire et un fonctionnement adéquat du rumen. La concentration moyenne de protéines dans Lablab enregistrées est relativement similaire à la valeur (22,0%) rapportée par Ajayi *et al.* (2009), mais supérieure à la valeur (16,09%) indiquée par Njarui *et al.* (2003). Concernant l'ADF et NDF déterminés, les valeurs sont similaires aux résultats de Ajayi *et al.* (2009). L'augmentation de la quantité totale de fourrage est d'environ 26,3% dans les parcelles d'association maïs-Lablab comparée à celle enregistrée sur les parcelles de culture pure de maïs.

Le gain de poids vif moyen quotidien (GMQ) des moutons, est plus élevé dans les parcelles d'association de maïs-Lablab. Cette performance de GMQ serait liée à la qualité des fourrages notamment à la valeur nutritive élevée de Lablab. Ce qui corrobore le constat de Njarui *et al.* (2003) qui a enregistré des GMQ d'environ 19 g / jour chez les chèvres dont la ration alimentaire a été complétée par Lablab, alors que les chèvres dont le régime alimentaire n'a pas été complété, ont connu des pertes de poids pendant toute la période d'étude. Ainsi, le système d'association de maïs-Lablab contribue sensiblement à atténuer la pénurie d'aliment de bétail dans le système agricole mixte agriculture-élevage. En plus, l'utilisation du fourrage par les animaux, aide à nettoyer le terrain ; ce qui peut réduire la pénibilité des travaux champêtre.

CONCLUSION

L'association des cultures maïs-Lablab et la pâture des résidus par les moutons comportent des avantages réciproques. En effet, ce système aboutit à une situation de gagnant-gagnant grâce à l'amélioration du pH du sol et des nutriments du sol disponibles pour les plants de maïs. Le maïs est produit comme un aliment, un fourrage et de l'engrais dans le même système culture-élevage. Le modèle optimise l'utilisation de la main-d'œuvre et de la terre nécessaire pour établir Lablab comme fourrage. Concernant la production animale, des fourrages supplémentaires sont fournis en quantité et en qualité par le système d'association de cultures maïs-Lablab pour améliorer le gain de poids des ovins. Ainsi, ce type d'alimentation est important pour les zones qui connaissent une longue saison sèche au cours de laquelle le fourrage est rare.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ajayi, F.T., S.R. Akande, A.A. Adegbite, B. Idowu, 2009: Assessment of seven under-utilized grain legume foliages as feed resources for ruminants. *Livestock Research for Rural Development*, **21**, <http://www.lrrd.org/lrrd21/9/ajay21149.htm>
- AOAC, 2000: Official Methods of analysis, 17th ed., AOAC Int, Washington, DC, UAS.
- Bilotta, G.S., R.E. Brazier, P.M. Haygarth, 2007: The impacts of grazing animals on the quality of soils, vegetation, and surface waters in intensively managed grasslands. *Advances in Agronomy*, **94**, 237-280.
- Bloor, J.M.G., P. Jay-Robert, A. Le Morvan, G. Fleurance, 2012 : Déjections des herbivores domestiques au pâturage : caractéristiques et rôle dans le fonctionnement des prairies, *INRA Productions Animales* 25 (1), 45-56.
- Fiber Analyzer A200, 2015: ANKOM Technology. Available from: <https://www.ankom.com/analytical-methods-support/fiber-analyzer-a> 2000.
- Igué, A.M., 2000, The use of a soil and terrain data base for land evaluation procedures: Case study of central Benin. PhD thesis, University of Hohenheim, Germany, 235 p. ISSN 0942-0754.
- Kabirizi, J., D. Mpairwe, D. Mutetikka, 2007: The effect of integrating forage legumes in smallholder crop/livestock farming systems on food, forage and animal performance pp 1-7, In: Proceeding conference on international agricultural research for development, University of Kassel-Witzenhausen and University of Göttingen, October 9-11.
- Liebig, M.A., J.R. Gross, S.L. Kronberg, J.D. Hanson, A.B. Frank, R.L. Phillips, 2006: Soil response to long term grazing in

the northern Great Plains of North America. *Agric., Ecosyst. and Envir.*, 115, 270-276.

Mapiye, C., M.Mwale, J.F. Mupangwa, P.H. Mugabe, X. Poshiwa, N. Chikumba, 2007: Utilisation of ley legumes as livestock feed in Zimbabwe. *Tropical Grasslands* (2007) Volume 41, 84–91.

Maluleke, H.M., K.K. Ayisi, A.M. Whitbread, 2004: Lablab Density and Planting-Date Effects on Growth and Grain Yield in Maize–Lablab Intercrops pp 99-105. In: Whitbread A.M. and Pengelly B.C. (Editors), *Tropical legumes for sustainable farming systems in southern Africa and Australia*, ACIAR Proceedings No. 115.

Minson, D.J., 1981: Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: Mooley, W. (Editors), *Grazing animals*. World Animal Science, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

Mmbaga, T.E., Friesen, D., 2003: Adoptable maize/legume systems for improved maize production in northern Tanzania. *African Crop Science*, **6**, 649-654.

Muza, L., 1998: Selecting green manure legumes for relay and intercropping systems with maize on sandy soils in Zimbabwe, pp. 251–257 In: *Cover crops in West Africa: Contributing to sustainable agriculture*, IDRC, Ottawa, Canada.

Njarui, D.M.G., J.G. Mureithi, F.P. Wandera, R.W. Muinga, 2003: Evaluation of four forage legumes as Supplementary feed for Kenya dual-purpose goat in the semi-arid region of Eastern Kenya. *Trop. and Subtrop. Agroecosyst.*, **3**, 65 – 71.

Powell, M., Ikpe, F., 1992: Nutrient recycling through livestock <Fertizer factories> ILEIA Newsletter, 8, 13-14.

Sanginga, N., B. Ibewiro, P.Houngnandan, B. Vanlauwe, J.A. Okogum, I.D. Akobundu, M. Versteeg, 1996: Evaluation of symbiotic properties and nitrogen contribution of mucuna to maize grown in the derived savanna of West Africa. *Plant Soil*, **179**, 19-129.

Statistica 6.0. 1998: Logiciel statistica. Maison Alfort, Paris Statsoft, France.

Tanimu, J., E.N.O. Iwuafor, A.C. Odunze, G. Tian, 2007: Effect of incorporation of leguminous cover crops on yield and yield components of maize. *World J. of Agric. Sc.*, **3**, 243-249.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson, B.A. Lewis, 1991, Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. of Dairy Sc.*, **74**, 3583-3597.