



ISSN: 0976-3376

Available Online at <http://www.journalajst.com>

ASIAN JOURNAL OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Asian Journal of Science and Technology
Vol. 15, Issue, 09, pp. 13091-13096, September, 2024

RESEARCH ARTICLE

ETUDE DES EFFETS DE LA DENSITÉ DES ÉCLATS DE SOUCHES ET DE LA FERTILISATION SUR LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DU SOL ET DE LA BIOMASSE DU *PANICUM MAXIMUM* JACQ. C1 EN STATION EXPERIMENTALE AU BURKINA FASO

Gomgnimbou Alain P.K.^{1*}, Sanon A.², Coulibaly K.³, Dembele B.¹, Fofana S.¹ and Nacro B. Hassan³

¹Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique/Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole, Laboratoire Sol-Eau-Plante, Station de Farako-Bâ, 01 BP 910 Bobo 01, Burkina Faso

²Centre Universitaire de Tenkodogo, Université Thomas SANKARA, 12 BP 417, Ouagadougou, Burkina Faso

³Université Nazi Boni, Institut du Développement Rural, Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol et les systèmes de production (LERF/SP), BP 1091, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

ARTICLE INFO

Article History:

Received 11th June, 2024

Received in revised form

26th July, 2024

Accepted 14th August, 2024

Published online 30th September, 2024

Keywords:

Panicum maximum, Stump splits,
Soil fertility, Biomass quality.

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the impact of stump splits density and fertilization on the chemical properties of soil and the chemical composition of biomass in *Panicummaximum* Jacq. C1. The study was conducted in a split-plot design with three replications at the INERA research station in Burkina Faso. The primary treatments consisted of three densities of *Panicummaximum* stumps (3 splits, 4 splits, 5 splits), while the secondary treatments comprised five types of fertilization. The results indicated that the five stump splits led to increases in organic matter (12.82%), total nitrogen (13.88%), and CEC (8.3%). The fertilizer (Poultry Manure + Urea at 46% nitrogen) improved soil acidity and increased total phosphorus content by 75.4% and SEB by 17%. In the second year at the first harvest, the three stump splits increased total nitrogen by 18.84% of biomass compared with the four stump splits. In the second year and at the first harvest, the fertilizers NPK+Urea and Cattle Manure + NPK+Urea provided the highest nitrogen rates, respectively 0.48 and 0.32 nitrogen units greater than the absolute control. These findings suggest potential avenues for the production of *Panicummaximum* as part of an integrated approach to the valorization of local fertilizers.

Citation: Gomgnimbou Alain et al. 2024. "Etude des effets de la densité des éclats de souches et de la fertilisation sur les propriétés chimiques du sol et de la Biomasse du *Panicum Maximum* Jacq. C1 en station expérimentale au Burkina Faso", *Asian Journal of Science and Technology*, 15, (09), 13091-13096.

Copyright©2024, Gomgnimbou Alain P.K, Sanon A., Coulibaly K., Dembele B., Fofana S and Nacro B. Hassan. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCTION

Les pâturages naturels constituent la principale source d'alimentation du bétail dans les systèmes d'élevage traditionnel. Ces parcours contribueraient pour environ 75 % dans l'alimentation du bétail au Burkina Faso (MRA, 2011). Malheureusement, les parcours se dégradent et régressent constamment en étendue sous l'influence de la variation climatique, la pression démographique, les activités agricoles et pastorales et le développement des activités minières (Ngo et al., 2018). Une amélioration de la productivité animale peut passer l'amélioration des systèmes de production, mais également par l'intensification de la production des espèces fourragères à haut rendement. Parmi les nombreuses espèces fourragères introduites au Burkina Faso, il y a le *Panicum maximum*. Cette espèce résiste à la sécheresse et se maintient sans problème sous des pluviosités de l'ordre de 400 mm avec 8 mois de saison sèche (César et al., 1999). Les résultats des travaux menés au Bénin par Adjolohoun et al., (2013) ont montré que le *Panicum maximum* cultivé est bien apprécié par les races bovines élevées sur les fermes et résiste au broutage et au piétinement. Sana et al., (2019) ont démontré que cette espèce est une plante fourragère qui peut s'adapter dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso avec une production de MS qui peut atteindre plus de 16 860 kg/ha. Par ailleurs des travaux de recherche sur cette espèce fourragère ont abordé sa production en matière sèche, sa composition chimique et sa digestibilité (Kaboré-Zoungana et Sana, 1998). D'autres études ont abordé sa valeur nutritive (Sana et al., 2012,

Adjolohoun et al., 2013; Obulbiga et al., 2015) et sa période de coupe idéale, son impact sur la fertilité du sol, son association avec des légumineuses et sa production avec une fertilisation minérale (César et al., 2004; César, 2005). Toutefois, les données sur les teneurs en éléments minéraux de la biomasse du *Panicum maximum* Jacq., sa contribution à l'amélioration de la fertilité chimique sous apports de la fertilisation organo-minérale sont peu rares. Dans un contexte de pression foncière et de la cherté des engrais chimiques, des options d'intégration et de diversification agricole s'imposent pour relever les défis de l'atteinte de la sécurité alimentaire. Cette étude a été conduite dans l'optique d'évaluer l'effet de fertilisants organiques (Déchets de coques de coton, fiente de volaille, fumier de bovins) et minéraux (NPK, Urée) sur les propriétés chimiques du sol et composition chimique de la biomasse de *Panicum maximum* Jacq dans les conditions agroécologiques de l'Ouest du Burkina Faso.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site de l'étude: La présente étude a été conduite à la station de recherche de l'INERA à Farako-Ba. La station est située entre Longitude 4°20'W et Latitude 11°06' N, à 450 m d'altitude 450 m et à 10 km de Bobo-Dioulasso sur l'axe Bobo-Banfora. Selon Fontes et Guinko, (1995) le climat de la zone est de type sud-soudanien caractérisé par l'alternance de deux saisons: une saison pluvieuse qui va de mai à octobre et une saison sèche qui s'étale en moyenne entre octobre-novembre et mars-avril.

Matériel d'étude

Les sols: ils sont en majorité de type ferrugineux tropical. L'analyse des propriétés chimiques du sol avant le repiquage est présentée dans le tableau 1. Les données révèlent que le sol est acide avec un taux de matière organique et d'azote inférieur à 1 %.

Tableau 1. Caractéristiques Chimiques du Sol Avant la Mise en Place de l'essai

Paramètres	Sol
pH eau	5,43
M0 (%)	0,95
N (%)	0,05
C/N	10,36
P total ($mg.kg^{-1}$)	95,6
P ass ($mg.kg^{-1}$)	2,54
K total ($mg.kg^{-1}$)	937,81
K dispo ($mg.kg^{-1}$)	47,8
CEC ($Cmol.kg^{-1}$)	1,72
SBE ($Cmol.kg^{-1}$)	1,01
TS %	59,03

Matériel végétal: Le matériel végétal utilisé était la variété C1 de *Panicum maximum*. Les semences (éclats de souches) proviennent de la station de recherche de l'INERA Farako-Bâ.

Fumures utilisées: Le tableau 2 présente les caractéristiques chimiques des fertilisants organiques appliqués. Le fumier de volaille et le fumier de bovins proviennent des étables de la station de recherche de l'INERA Farako-Bâ. Les déchets de coques de coton ont été achetés sur le marché de vente de coques de coton de la zone industrielle de Bobo-Dioulasso.

Tableau 2. Caractéristiques Chimiques des Fertilisants

Paramètres chimiques	Fumier de Bovin (FB)	Fiente de volaille (FV)	Déchets de coque de coton (DCC)
pH eau	8,39	6,90	7,19
Carbone (%)	38,45	42,96	8,84
N (%)	1,835	3,389	0,559
C/N	21	13	16
P total (%)	0,125	0,225	0,067
K total (%)	3,98	2,19	0,55
Ca total (%)	1,57	2,77	0,36
Mg total (%)	0,32	0,59	0,29

Méthodes d'étude

Traitements appliqués: Les traitements appliqués étaient la combinaison des deux facteurs Le facteur principal (Tableau 3) à savoir le facteur nombre d'éclats de souches (ES3, ES4 et ES5) et le facteur secondaire (Tableau 4) qui était constitué de cinq niveaux de fertilisation.

Tableau 3. Traitements Principaux

Libellé	Composition
ES3	3 éclats de souche
ES4	4 éclats de souche
ES5	5 éclats de souche

Tableau 4. Traitements Secondaires

Libellé	Composition
F0	Témoin absolu (sans fertilisant)
F1	100 kg/ha de NPK + 50 Kg/ha d'Urée
F2	5 Tonnes de Fiente de volaille/ha + 25 Kg d'Urée/ha
F3	5 Tonnes de Déchets de coques de coton/ha + 50 Kg NPK/ha + 25 Kg Urée/ha
F4	5 Tonnes de Fumier de bovin/ha + 50 Kg NPK/ha + 25 Kg Urée/ha

Dispositif expérimental: le dispositif était un split-plot avec 3 traitements principaux (éclats de souches du *Panicum*) et 5 traitements secondaires (niveaux de fumure) répétés trois (3) fois. La taille des parcelles élémentaires était de 8 m² (4 m X 2 m). Les parcelles élémentaires à l'intérieur d'un bloc étaient séparées par des allées de 0,5 m et les blocs consécutifs étaient séparés par des allées de 1 m.

Conduite de l'essai: Un labour a été effectué à l'aide d'un tracteur à une profondeur d'environ 30 cm. Il a été suivi d'un planage manuel, du piquetage de la parcelle, et de la délimitation des parcelles élémentaires. En deuxième année, le labour a consisté à faire un sarclage manuel. Le repiquage du *Panicum maximum* a été fait après une pluie de 8,7 mm, avec des éclats de souches (3, 4 et 5) défeuillés de 20 cm. La densité du repiquage était de 30 poquets de semis par parcelle élémentaire, avec un écartement de 40 cm entre les poquets et 80 cm entre les lignes.

Mode d'application des fumures: En première année le fumier de bovin et les déchets de coques de coton ont été utilisés en fumure de fond dans les parcelles F4 et F3, à raison de 5 t/ha. La fiente de volaille a été apportée à raison de 5 t/ha dans les parcelles F2. L'apport a été fractionné de sorte à n'apporter qu'une première fraction de 2/3 de la dose (soit 3,33 t/ha) en fumure de fond. La deuxième fraction de 1/3 de la fiente de volaille soit 1,67 t/ha, a été appliquée 30 jours après repiquage. Le NPK a été apportée à raison de 100 kg/ha dans les parcelles de F1, et à raison de 50 kg/ha dans les parcelles de F3 et F4. L'Urée a été apportée à raison de 50 kg/ha dans les parcelles de F1 et à raison de 25 kg/ha dans les parcelles de F2, F3 et F4. Le NPK et l'Urée ont été apportées 30 jours après repiquage en fumure d'entretien. Ala deuxième année, le fumier de bovin et volaille et les déchets de coques de coton ont été utilisés en fumure de fond à raison de 5 t/ha. L'apport de fumier de volaille a été fractionné de sorte à n'apporter qu'une première fraction de 2/3 de la dose (soit 3,33 t/ha) en fumure de fond. La deuxième fraction de 1/3 de fumier de volaille soit 1,67 t/ha, a été appliquée 21 jours après la coupe d'égalisation. Le NPK a été apporté à raison de 100 kg/ha dans les parcelles de F1, et à raison de 50 kg/ha dans les parcelles ayant reçue les déchets de coton et de fumier de bovin. L'Urée a été apportée à raison de 50 kg/ha dans les parcelles de F1 et à raison de 25 kg/ha dans les parcelles de F2, F3 et F4. Le NPK a été apporté à la coupe d'égalisation et l'Urée a été apportée 21 jours après la coupe d'égalisation.

Le sarclage et la récolte de la biomasse: Le premier sarclage a été fait manuellement 14 jours après repiquage en première année, et en début de campagne à la deuxième année. Le deuxième sarclage a été fait lors de l'application des engrais de couverture à 30 jours après repiquage en première année, et 21 jours après la coupe d'égalisation en deuxième année. La récolte des biomasses a été effectuée manuellement à l'aide d'une faucille. En première année, une seule coupe a été effectuée au stade paille. En deuxième année il y a deux coupes avec un intervalle de 30 jours entre les deux opérations.

Échantillonnage et Analyse des Paramètres Chimiques des Sols: Les prélèvements ont été effectués sur chaque parcelle élémentaire avant le labour, et en fin de campagne sur l'horizon 0-20 cm. Ces prélèvements ont été analysés au laboratoire sol-Eau-Plante (SEP) du Programme GRN/SP de l'INRA/Farako-Ba. L'analyse chimique des sols a porté sur les paramètres suivants: Le pH_eau des sols a été déterminée en utilisant la norme de AFNOR, (1981). Le carbone total a été déterminé par la méthode de Walkley et Black (1934); l'azote total a été déterminé après minéralisation par la méthode Kjeldahl (Hillebrand *et al.*, 1953); le phosphore assimilable est extrait selon la méthode BRAY I (Bray et Kurtz, 1945). Le potassium total a été déterminé par la méthode de minéralisation est identique à celle décrite précédemment en utilisant la méthode de Walinga *et al.* (1989); la détermination des bases échangeables a été faite selon la méthode de Metson, (1956). La Capacité d'échange cationique (CEC) a été déterminée par laméthode de AFNOR, (1981).

Détermination de la Composition Chimique de la Biomasse: Des échantillons de paille de 50 grammes ont été prélevés à chaque coupe

par parcelle élémentaire. On obtient ainsi 135 échantillons élémentaires pour les deux années en 3 coupes. Chaque échantillon de paille a été séché à l'étuve (40°C pendant 48 heures) puis broyé avant d'être analysé au laboratoire Sol-Eau-Plante du programme GRN/SP pour déterminer la concentration en azote (N), en phosphore (P), en potassium (K), calcium (Ca), magnésium (Mg), en matière organique (MO) et en matière minérale (MM).

Analyse Statistique des Données: Les données collectées ont été saisies sur le logiciel EXCEL 2010. Elles ont été ensuite soumises à une analyse de variance, à l'aide du logiciel XLSTAT 2018 version 20.4.5171. Le test de Fisher a été utilisé pour la comparaison des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements, au seuil de probabilité de 5 %.

DCC+NPK+Urée ont donné respectivement 0,8 et 0,17 unité de moins que le témoin.

Effets des éclats de souche sur la composition chimique de la biomasse à la première année: L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les effets des fumures sur la composition chimique de la biomasse au seuil de 5% à la première année (Tableau 7). Néanmoins, la composition minéralogique totale varie de 9,257 à 10,674% avec 52% de calcium en moyenne, l'azote a varié de 0,91 à 1,04%, le phosphore total a varié de 0,06 et 0,09%, tandis que le potassium total de 3,13 à 3,39%, le calcium de 0,82 à 0,86% et enfin, le magnésium total de 0,186 à 0,241%. L'analyse statistique a montré également des différences non significatives entre les interactions éclats de souche et les fumures pour la composition

Tableau 6. Effets des éclats de souches et de la fertilisation sur CEC, SBE et TS des sols de l'essai à la récolte de la 2^{ème} année

Traitements		CEC	SBE	TS
S	S5	2,8±12,5 ^a	0,96±0,1	35,84±8,5
	S4	2,78±10,8 ^{ab}	0,99±0,1	35,97±5,8
	S3	2,53±10,25 ^b	0,91±0,2	36,18±9,3
	Pr > F	0,043	0,539	0,993
Signification		S	NS	NS
F	FV+U	2,84±0,3	1,18±0,1 ^a	42,25 ±9,1 ^a
	FB+NPK+Urée	2,70 ±0,3	0,99±0,2 ^b	37,14± 6,8 ^{ab}
	Témoin	2,54 ±0,3	0,88±0,1 ^b	35,36±6,3 ^{ab}
	DDC+ NPK+Urée	2,74 ±0,4	0,86±0,1 ^b	31,92± 6,4 ^b
	NPK+Urée	2,64±0,2	0,87±0,2 ^b	33,34±7,5 ^b
	Pr>F)	0,317	0,001	0,042
Signification		NS	HS	S
Eclats*Fumures Pr > F		0,1	<0,0001	<0,0001
Signification		NS	THS	THS

CEC: capacité d'échange cationique en $Cmol.kg^{-1}$ de sol ; SBE: somme des bases échangeables en $Cmol.kg^{-1}$ de sol ; TS: teneur en matière organique ; S: Significatif ; NS: Non Significatif ; HS: hautement significatif ; Frs : Fumures ; F0 : témoin ; F1: NPK+Urée ; F2 : FV+Urée ; F3 : DCC+NPK+Urée ; F4 : FB+NPK+Urée ; S3 : 3 éclats de souche ; S4 : 4 éclats de souche ; S5 : 5 éclats de souche Les traitements affectés d'une même lettre ne sont pas significativement différents (Test de Fisher à $P = 0,05$)

Tableau 7. Composition chimique de la biomasse en première année

Traitements		MM	C	MO	N	P total	K total	Ca total	Mg total
S	S3	11,17±1,72 ^a	51,52±1 ^b	88,82±1,72 ^b	0,96±0,26	0,07±0,03	3,23±0,31	0,84±0,08	0,23±0,07
	S4	9,36±2,1 ^b	52,57±1,22 ^a	90,64±2,1 ^a	0,99±0,13	0,06±0,01	3,27±0,23	0,82±0,1	0,22±0,1
	S5	9,59±1,76 ^b	52,44±1,02 ^a	90,40±1,76 ^a	0,95±0,1	0,07±0,02	3,3±0,18	0,86±0,05	0,19±0,09
	Pr > F	0,02	0,02	0,02	0,84	0,80	0,58	0,93	0,64
S		S	S	S	NS	NS	NS	NS	NS
F	Témoin	10,42±2,47	51,96±1,43	89,57±2,46	1,04±0,15	0,06±0,01	3,39±0,24	0,83±0,06	0,18±0,08
	NPK+Urée	10,37±1,63	51,98±0,95	89,62±1,63	0,94±0,31	0,07±0,31	3,33±0,17	0,85±0,07	0,19±0,09
	FV+Urée	9,48±2	52,50±1,16	90,52±2	0,91±0,012	0,08±0,12	3,13±0,22	0,81±0,08	0,23±0,10
	DCC+NPK+Urée	9,25±1,66	52,63±0,96	90,74±1,66	1,03±0,13	0,06±0,01	3,31±0,29	0,85±0,11	0,23±0,08
	FB+NPK+Urée	10,67±2,16	51,81±1,25	89,32±2,16	0,91±0,08	0,06±0,08	3,29±0,24	0,85±0,07	0,24±0,10
	Pr > F	0,51	0,8	0,51	0,84	0,80	0,58	0,93	0,64
NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Eclats*Fumures Pr > F		0,251	0,248	0,251	0,384	0,380	0,458	0,937	0,642
Signification		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NB : MM : Matière minérale % ; C : Carbone (%) ; N : Azote (%) ; P : Phosphore (%) ; K : potassium (%) ; Ca (%) : Calcium (%) ; Mg : Magnésium (%).

S : significatif ; NS : Non Significatif. Les valeurs suivies de la même lettre, dans une colonne, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité (test de Fisher).

RÉSULTATS

Effets des éclats de souche sur les propriétés chimiques des sols à la fin de la récolte de la 2^{ème} année de l'essai: Les résultats de l'effet des fumures sur les propriétés chimiques du sol sont présentés dans le tableau 5 et 6. L'analyse révèle que les traitements fumures sont statistiquement identiques pour le taux de matière organique (MO), le taux d'azote (N) total, le rapport C/N, le potassium (K) total, le potassium disponible (K_{dispo}) et la capacité d'échange cationique (CEC) au seuil de 5 %. Par contre, nous avons observé des différences très hautement significatives pour le pH eau, le phosphore total, le phosphore assimilable des différences hautement significatives pour la somme des bases échangeables (SBE), et une différence significative pour le Taux de saturation. Le pH est dans l'ensemble acide pour tous les traitements. La fumure NPK+Urée a donné le pH eau le plus faible (5,36) avec 0,30 unité de moins que le témoin absolu. Alors que les fumures FB+NPK+Urée et

chimique de la biomasse à la 1^{ère} coupe de la 2^{ème} année. Les quatre éclats de souche ont induit des teneurs élevées en carbone et en azote.

Effets des éclats de souches et des fumures sur la composition chimique de la biomasse de la 2^{ème} année.

Effets à la première coupe: Le tableau 8 présente la composition chimique de la biomasse à 45 jours après repiquage de la 2^{ème} année. Nos résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les interactions éclats de souche et fumure pour tous toutes les teneurs observées sauf pour l'azote total, le phosphore total et le potassium total. En deuxième année lors de la première coupe on a observé des différences significatives entre les éclats de souches pour la teneur en azote total et potassium total (tableau 7). La meilleure teneur en azote total a été enregistrée par les cinq éclats de souches suivies de trois éclats de souches.

Tableau 8. Composition chimique de la biomasse à la deuxième année

Traitements		Première coupe							
		MM	C	M.O	N	P total	K total	Ca total	Mg total
S	S3	8,98±0,81	52,79±0,47	91,01±0,81	1,69±0,21 ^a	0,19±0,05 ^a	2,76±0,31 ^b	0,72±0,05	0,26±0,10
	S4	9,86±1,2	52,28±0,70	90,13±1,20	1,57±0,22 ^b	0,19±0,05 ^a	2,81±0,35 ^b	0,74±0,08	0,27±0,08
	S5	9,59±1,01	52,43±0,59	90,40±1,01	1,65±0,25 ^a	0,19±0,06 ^a	2,90±0,35 ^a	0,75±0,11	0,23±0,06
	<i>Pr > F</i>	0,4	0,4	0,4	0,004	0,17	0,027	0,793	0,945
F	Témoin	10,02±1,08	52,19±0,63	89,98±1,08	1,37±0,14 ^c	0,13±0,04 ^b	2,57±0,23 ^b	0,68±0,10	0,26±0,12
	NPK+Urée	9,31±0,95	52,60±0,55	90,69±0,95	1,85±0,22 ^a	0,23±0,04 ^a	3,05±0,26 ^a	0,75±0,05	0,24±0,06
	FV+Urée	9,33±1,02	52,59±0,59	90,67±1,02	1,62±0,17 ^b	0,22±0,03 ^a	2,53±0,27 ^b	0,73±0,07	0,28±0,06
	DCC+NPK+Urée	9,28±0,97	52,62±0,56	90,71±0,97	1,64±0,18 ^b	0,20±0,05 ^a	2,98±0,27 ^a	0,76±0,09	0,26±0,10
	FB+NPK+Urée	9,47±1,32	52,51±0,77	90,52±1,32	1,69±0,16 ^{ab}	0,18±0,04 ^a	2,99±0,26 ^a	0,76±0,07	0,21±0,06
	<i>Pr > F</i>	0,43	0,43	0,43	0,004	0,017	0,027	0,793	0,945
E*F	<i>Pr > F</i>	0,434	0,431	0,433	0,004	0,017	0,027	0,793	0,945
		Deuxième coupe							
E	3 éclats	8,28±1,35	53,20±0,8	91,71±1,31	0,88±0,09	0,13±0,03	2,55±0,17	0,58±0,08	0,20±0,04
	4 éclats	8,06±1,17	53,32±0,67	91,93±1,13	0,88±0,10	0,12±0,03	2,47±0,15	0,55±0,08	0,23±0,05
	5 éclats	7,90±0,8	53,42±0,5	92,1±0,77	0,87±0,11	0,13±0,02	2,57±0,23	0,58±0,06	0,21±0,06
	<i>Pr > F</i>	0,61	0,62	0,61	0,96	0,23	0,20	0,68	0,36
F	Témoin absolu	8,06±1	53,33±0,58	91,94±0,94	0,88±0,08	0,11±0,02 ^b	2,44±0,11	0,53±0,06	0,21±0,06
	NPK+Urée	8,01±1,02	53,36±0,59	92,00±0,13	0,87±0,13	0,13±0,02 ^{ab}	2,6±0,25	0,57±0,08	0,21±0,06
	FV+Urée	8,05±1,17	53,33±0,68	91,94±1,11	0,89±0,09	0,15±0,03 ^a	2,44±0,13	0,59±0,07	0,2±0,04
	DCC+NPK+Urée	7,84±1,33	53,45±0,77	92,16±1,26	0,86±0,1	0,12±0,02 ^{ab}	2,61±0,17	0,5±0,07	0,21±0,05
	FB+NPK+Urée	8,47±1,18	53,09±0,69	91,53±0,10	0,89±0,1	0,13±0,02 ^{ab}	2,54±0,21	0,57±0,08	0,23±0,05
	<i>Pr > F</i>	0,61	0,62	0,61	0,96	0,023	0,20	0,68	0,361
E*F	<i>Pr > F</i>	0,62	0,62	0,61	0,967	0,23	0,20	0,68	0,36

NB : MM : Matière minérale (%); C : Carbone (%); N : Azote (%); P : Phosphore (%); K : potassium (%); Ca (%): Calcium (%); Mg : Magnésium (%).

Les valeurs suivies de la même lettre, dans une colonne, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité (test de Fisher).

Effets à la deuxième coupe: A la deuxième coupe de la deuxième année, il n'y a pas de différence significative entre les éclats de souches pour les teneurs des éléments observés (Tableau 8). De l'analyse des biomasses de la 2^{ème} coupe il ressort que les fumures ont influencé de façon significative seulement la teneur en phosphore. Alors que les teneurs des autres éléments (MN, C, N, K, Ca et Mg) n'ont pas différé en fonction des traitements; elles ont également baissé par rapport à la 1^{ère} coupe. Le meilleur taux de Phosphore total a été observé avec les biomasses issues de la fumure FV+Urée, avec un taux de 0,15%. Les traitements FB+NPK+Urée et DCC+NPK+Urée ont été statistiquement identiques pour les teneurs observés, mais ont été différents significativement du témoin.

DISCUSSION

Fertilité chimique des sols sous l'effet de la densité de souches et de l'apport des fertilisants: La parcelle d'étude qui était en jachère avait un pH de 5,43. Selon les normes d'interprétation du BUNASOLS, (1990), ce sol à une acidité moyenne ($5,1 < \text{pH} < 5,5$) avec un taux de matière organique et un taux d'azote bas, le tout pour un rapport C/N ($10 < \text{C/N} < 15$) et un taux de saturation du sol ($40\% < \text{TS} < 60\%$) moyen. De même, la Somme des Bases Echangeables ($1 < \text{SBE} < 6$ Cmol.kg⁻¹), les teneurs de potassium total ($500 < \text{K}_{\text{total}} < 1000$ mg.kg⁻¹) et de potassium disponible ($25 < \text{K}_{\text{dispo}} < 50$ mg.kg⁻¹) sont basses selon ces normes. Les niveaux de phosphore total et de phosphore assimilable quant à eux sont très bas et donc considérés comme défavorables aux cultures. Il en est de même pour la CEC dont la valeur très basse (< 5 Cmol.kg⁻¹) constitue une condition défavorable aux cultures. Les cinq éclats de souches entraînent des augmentations de MO de 12,82%, de l'azote total de 13,88% et la CEC de 8,3%. Ces caractéristiques de sol ont été obtenues après une jachère naturelle de plus de dix ans. Elles pourraient s'expliquer par un état de détérioration considérable du site avant sa mise en jachère, dont le but est de restaurer les paramètres du sol autrefois dégradés. Cette assertion serait conforme aux observations de Serpantie et Ouattara, (2001) qui disaient que seules de très longues jachères savent produire, et reconstituer si les conditions de fertilité minérale et de texture le permettent, un humus stable, capable de rapprocher le sol d'une teneur organique « de durabilité ». Masse et al., (1998) ont montré cependant que l'effet d'une jachère sur les caractéristiques physicochimiques et biologiques des sols est essentiellement lié à la biomasse végétale produite, donc à la durée de la mise en jachère et au type d'espèces végétales présentes.

L'application des fumures a induit des effets différents sur les paramètres chimiques du sol après la récolte de la deuxième année. Concernant le pH_{eau} le plus faible (5,36) a été observé sur les parcelles ayant reçu uniquement de la fumure minérale NPK + Urée. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les engrais minéraux contribuent à acidifier le sol (Agbede et al., 2008). En effet, selon ces auteurs, avec l'application exclusive des engrais minéraux, on assiste à une baisse de la matière organique du sol, un lessivage des bases échangeables et à l'acidification des sols. Contrairement aux engrais minéraux purs, la combinaison des engrais minéraux avec les substrats organiques a amélioré le pH_{eau} du sol. Cela est dû à leur forte teneur en calcium et en magnésium qui sont des amendements permettant de fixer certains ions acidifiants tels que l'ion l'aluminium, ce qui réduit leurs teneurs dans la solution du sol (Benouadah et al., 2020). D'autres travaux (Busari et al., 2008 ; Gomgim bou et al., 2019) ont observé que le niveau de pH_{eau} augmente avec l'application du fumier de volaille, avec ou sans engrais minéral. Certes, les sols demeurent acides, mais seule l'application du fumier de volaille combinée à l'urée a permis une nette amélioration du pH_{eau} par rapport au témoin absolu. Ces résultats sont similaires à ceux de Sanon et al., (2021a) qui ont également conclu à une amélioration du pH des sols fertilisés par la fiente de volaille par rapport au témoin. La teneur en Phosphore total et assimilable du sol après deux années de culture a été fortement accrue par rapport au phosphore total initial du sol. Tous les traitements ont donné des teneurs en phosphore total et assimilable supérieures à celle du témoin. Cela pourrait s'expliquer par l'apport de phosphore des différents substrats organiques (fumier de volaille, fumier de bovin, déchets de coque de coton) et par la fumure minérale NPK. Selon certains travaux (Akanza et al., 2017 ; Sanon et al., 2021b), l'application de la fiente de volaille améliore la teneur en Phosphore du sol. La concentration en P du sol dépend de la composition minéralogique de la roche mère, des sources anthropologiques de fertilisation et/ou organique pour améliorer la fertilité du sol (Agbede et al., 2008). Les fortes teneurs en Phosphore assimilable ont été obtenues avec le traitement NPK+Urée. Nos résultats vont également dans le même sens que ceux de Bacyé et al., (2019) qui estiment que les teneurs en phosphore total sont multipliées par deux après la pratique de parage du bétail, grâce aux déjections libérées qui constituent une source de fumier très efficace dans la fertilisation. Quant aux travaux de Koulibaly et al., (2015), ils sont parvenus à une amélioration de la teneur en P assimilable avec des amendements aux composts de fumier de bovins.

Seul le fumier de volaille combiné à l'Urée a entraîné une amélioration de la SBE et du taux de saturation par rapport au témoin. La combinaison de la fiente de volaille aux engrais minéraux augmente la teneur en bases échangeables, et améliore le taux de saturation du sol (Gomgnimbou *et al.*, 2023). Ces résultats sont en accord avec ceux de Biaou *et al.*, (2017) qui ont observé que l'application de la fiente de volaille améliore la SBE car l'apport de fiente de volaille au sol permet de remplacer les ions terminaux OH⁻ des hydroxydes et oxydes de fer et d'aluminium par des anions organiques issus de la décomposition de la matière organique (Citrates et malate).

Composition chimique de la biomasse du *Panicum maximum* Jacq. Sous l'effet de la densité de souches et d'apport de fertilisants: La fertilisation n'a pas eu d'effet significatif sur la composition chimique de la biomasse à la première année au seuil de 5%. Cette situation serait imputable au fait que la coupe a été effectuée au stade paille après production des semences. Selon César, (2005), le fourrage de *Panicum maximum* dispose d'une bonne valeur nutritive quand elle est coupée au stade jeune (25 à 35 jours). Au-delà de 40 jours, par exemple, la teneur en azote devient insuffisante. Gueguen, (1959) dans son étude sur l'influence du stade de développement et du cycle de végétation sur la composition minérale de quelques espèces fourragères, a montré qu'il y a une baisse générale de la teneur en minéraux des graminées avec le vieillissement. Ces résultats sont similaires à ceux de Boyer *et al.* (1985) qui ont montré que la teneur du *Panicum maximum* en N, P, K et Ca diminue avec l'âge de ses tissus. Selon, Kaboré-Zoungnan et Sana, (1998), en début de cycle, quand le rapport feuille/tiges évolue de façon rapide, on assiste à une variation importante notamment des matières azotées totales des plants.

A la deuxième coupe de la deuxième année, les apports de fumures ont significativement influencé les teneurs des biomasses en N, P et K au seuil de 5%. Les biomasses issues des parcelles fertilisées avec la fumure minérale pur NPK+Urée et FB+NPK+Urée ont donné les teneurs en azote les plus élevées (1,856% et 1,694%). Cette situation pourrait s'expliquer dans le cas du traitement NPK+Urée par le double apport d'azote à la culture par l'engrais composé NPK et par l'Urée, qui sont des engrais minéraux directement utilisables par la plante. Ces résultats sont en accord avec d'autres travaux (Hainnaux *et al.*, 1978; Obulbiga *et al.*, 2007), qui ont observé une augmentation de la teneur en N des biomasses respectivement sur le *Panicum maximum* et sur *Adropogon gayanus* avec l'application d'une fertilisation minérale. Ceci montre bien que l'action combinée de la fertilisation organo-minérale et le rythme de coupe modifie la qualité du fourrage. Dans le cas du traitement FB+NPK+Urée, cela s'explique par l'apport d'azote par les fumures minéral NPK et l'Urée d'une part, et d'autre part par l'azote issue de la minéralisation du fumier de bovin. Selon Chabalière *et al.*, (2006), l'apport du fumier lors de l'installation de la prairie et après la coupe fournit de l'azote aux cultures. Les fumures DCC+NPK+Urée et FV+Urée ont été statistiquement identiques entre elles, mais avec respectivement 0,27 et 0,25 unité N de plus que le témoin. Cette situation serait imputable à la richesse de ces substrats en azote. L'augmentation de la teneur en phosphore des biomasses issues des parcelles des traitements NPK+Urée, s'explique par l'apport au sol en quantité suffisante du phosphore par l'engrais composé NPK. Ces résultats sont en accord avec ceux de Thomann, (1988), qui a conclu à une action positive de l'apport phosphaté sur la teneur des biomasses du *Panicum maximum* en P. De façon générale, les fumures FV+Urée, DCC+NPK+Urée et FB+NPK+Urée ont entraîné une augmentation de la teneur en P des biomasses par rapport au témoin. Cette situation s'explique par la forte teneur de la fiente de volaille en P (11705 mg/kg) et une teneur suffisante des DCC (3725 mg/kg) et du FB (3006 mg/kg), auquel s'ajoute l'apport de phosphore par le NPK. Ces résultats corroborent ceux de Khan *et al.*, (2017) qui ont observé une augmentation de la teneur en P des biomasses issues des parcelles fertilisées avec la fumure organique. Cette situation serait également due à l'effet des apports d'azote au sol de ces fumures. En effet, l'interaction positive entre la nutrition azotée et phosphatée a été très couramment observée (Boyer *et al.*, 1985).

Le meilleur taux de Phosphore a été observé avec les biomasses de la 2^{ème} coupe issue de la fumure FV+Urée avec un taux de 0,15%. Les teneurs élevées dans les biomasses des parcelles fertilisées par de la fiente de volaille seule ou combinée, confirment la richesse de ce substrat en phosphore comme obtenu par Gomgnimbou *et al.*, (2016). Ces résultats corroborent ceux de Busari *et al.*, (2009) qui ont observé une augmentation de la teneur en phosphore des feuilles de maïs issues des parcelles fertilisées avec de la fiente de volaille combinée aux engrais minéraux.

CONCLUSION

Cette étude a été initiée en vue d'évaluer les effets de la densité de souche et de la fertilisation sur la propriété de sols et la caractéristique chimique des biomasses de *Panicum maximum* Jacq. Après deux années de culture, les cinq éclats de souches entraînent des augmentations de MO, de l'azote total et de la CEC. La fumure FV+Urée a permis d'améliorer l'acidité du sol et augmenter la teneur du sol en phosphore total et en SBE. En ce qui concerne la composition chimique de biomasse, en deuxième année et à la première coupe, les fumures NPK+Urée et FB+NPK+Urée ont donné les meilleurs taux d'azote. A la deuxième coupe de la même année, le traitement FV+Urée enregistre, le meilleur taux de Phosphore total. Cette étude offre des options de valorisation des fumiers de volaille et fumiers de bovins disponibles localement pour la culture fourragère. Elle donne pourrait contribuer à une intégration agriculture-élevage pour une meilleure résilience des exploitations agricoles. Toutefois des études sur la rentabilité économique divers types de fertilisants sont nécessaires en production fourragère afin d'affiner davantage les effets des amendements sur la qualité des biomasses.

RÉFÉRENCES

- Adjolohoun S, Dahouda M, Adadedjan C, Toleba SS, Kindomihou V et Sinsin B 2013. Evaluation of biomass production and nutritive value of nine *Panicum maximum* ecotypes in Central region of Benin. *African Journal of Agricultural Research*, vol 8, n° 17, pp. 1661-1668.
- AFNOR (Association française de normalisation), 1981. Détermination du pH. NF ISO 103 90. In AFNOR, Qualité des sols, Paris, France, pp: 339 - 348.
- Agbede TM, Ojeniyi SO, Adeyemo AJ 2008. Effect of poultry manure on soil physical and chemical properties, growth and grain, yield of sorghum in Southwest, Nigeria.
- Akanza P et Sanogo S (2017), Effets des fumures sur la fertilité, les composantes de rendement et diagnostic des carences du sol sous culture de riz sur les ferralsols en Côte d'Ivoire. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, vol 43, pp. 1-10.
- American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, vol 2, n° 1, pp. 72-77.
- Bacyé B, Kambire HS et Some AS (2019), Effets des pratiques paysannes de fertilisation sur les caractéristiques chimiques d'un sol ferrugineux tropical lessivé en zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol 13, n° 6, pp. 2930-2941.
- Benouadach S, Oulbachir K, Benaichata L, Miara MD, Labdelli F et Rezzoug W (2020), Impact Of Organic Amendments on Soil Physical Properties Under Semi-Arid Climate (Tiaret, Algeria). *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, vol 12, n° 3, pp. 1386-1403. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v12i3.25>
- Biaou ODB, Saidou A, Bachabi FX, Padonou GE et Balogoun I (2017), Effet de l'apport de différents types d'engrais organiques sur la fertilité du sol et la production de la carotte *Daucus carota* L. sur sol ferrallitique au sud Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol 115, pp. 2315-2326.
- Boyer J, Robere G et Friot G (1985), Etude écophysologique de la productivité de quelque graminée à hauts rendements fourragères cultivé au Sénégal. Variation de leur valeur fourragère en fonction du rythme d'exploitation et de la fumure minérale. *Rev. Elev. Med. Vet.*, pays trop., vol 38, n° 4, pp. 339-352.

- Bray RII et Kurtz LT (1945), Determination of total organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, vol 59, pp. 39-45.
- BUNASOLS (Bureau national des sols). (1990), Manuel pour l'évaluation des terres. Document technique n°6, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Busari MA, Salako FK et Adetunji MT (2008), Soil chemical properties and maize yield after application of organic and inorganic amendments to an acidic soil in southwestern Nigeria. Department of Soil Science and Land Management. University of Agriculture. PMB 2240, Abeokuta, Nigeria. *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol 6, n° 4, pp. 691-699.
- Cesar J (2005), Culture fourragère à base de *Panicum maximum*. Recommandations techniques, fiche n°15, 8p.
- César J, Ehouinsou M et Gouro A (2004), Production fourragère en zone tropicale et conseils aux éleveurs. Détail de l'association fourragère à *Panicum maximum* et *Stylosanthes hamata* cultivée dans la région de Bobo-Dioulasso. CIRDES, INRAB, CIRAD-EMVT, 48p.
- César J, Zoumana C et Dulieu D (1999), L'association fourragère à *Panicum maximum* et *Stylosanthes hamata* en Côte d'Ivoire. *Fourrages*, vol 157, pp. 5-20.
- Chabalière P, Kerchove V et Macary (2007), Guide de fertilisation organique de la Réunion. Fiche matières organiques- fumier de poulet de chair. 2p.
- Gomgnimbou APK, Coulibaly K, Sanon A, Bacé BB, Nacro BH et Sedogo PM (2016), Study of the Nutrient Composition of Organic Fertilizers in the Zone of Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *IJSRSET*, vol 2, n° 4, pp. 617-622.
- Gomgnimbou APK, Sanon A, Zongo KF, Sanou W et Nacro HB (2023), Fertilizer application and chemical fertility of a lixisol in a crop rotation system in the southern soudanian zone of Burkina Faso. *International journal of current research in Biosciences and plant biology*, vol 10, n° 8, pp. 1-7.
- Gueguen L (1959), Etude de la composition minérale de quelques espèces fourragères et influence du stade de développement et du cycle de végétation. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, vol 8, n° 3, pp. 245-268.
- Hainnaux C, Talineau JC, Filonneau C et Bonzon B (1978), Economie de l'azote sous cultures fourragères en milieu tropical humide. *Plant and soil*, vol 49, pp. 477-489.
- Hillebrand WF, Lunde GEF, Bright HA et Hoffman JL (1953), Applied inorganic analysis, 2nd ed. John Wiled and Sons, Inc., New York, USA. 1034 p.
- Kaboré-Zoungrana C et Sana Y (1998). Production de matière sèche, composition chimique et digestibilité de trois graminées fourragères tropicales: *Panicum anabaptistum*, *Brachiaria lata*, et *Andropogon pseudapricus*. *Science et Technique, Sciences naturelles*, vol 23, n° 1, pp. 60-69.
- Khan S, Khan A, Jalal F, Khan M, Khan H, Badshah S and Shah S (2017). Dry matter partitioning and harvest index of maize crop as influenced by integration of sheep manure and urea fertilizer. *Pure and Applied Biology*, vol 6, n° 4, pp.1382-1396, <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2017.600149>
- Koulibaly B, Dakuo D, Ouattara A, Traoré O, Lompo F, Zombré PN et Kouamé Y (2015), Effets de l'association du compost et de la fumure minérale sur la productivité d'un système de culture à base de cotonnier et de maïs au Burkina Faso. *TROPICULTURA*, vol 33, n° 2, pp. 125-134.
- Masse D, Cadet P, Chotte J-L, Diatta M, Floret C, N'diaye-Faye N, Pate E, Pontanier R, Thioulouse J et Villenave C (1993). Jachères naturelles et restauration des propriétés des sols en zone semi-aride Cas du Sénégal. *Agriculture et développement*, vol 18, pp. 31-38
- Metson AJ (1956). Methods of Chemical Analysis for Soil Survey Samples. Vol 12, 208 pp.
- MRA (Ministère des Ressources Animales), (2011). Document de politique du sous-secteur de l'élevage, Ouagadougou, Burkina Faso, 32 p.
- Ngo MR, Sanou P, Toure I, Tehindjang M et Makak JS (2018). Analyse diachronique de l'occupation des terres pour la conception d'une base de données géoréférencées de suivi des dynamiques territoriales dans la commune rurale de Koumbia au Burkina Faso. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, vol 10, pp. 23-35.
- Obulbiga MF et Kaboré-Zoungrana CY (2007). Influence de la fumure azotée et du rythme d'exploitation sur la production de matière sèche et la valeur alimentaire de *Andropogon gayanus Kunth* au Burkina Faso. *TROPICULTURA*, vol 25, n° 3, pp. 161-167.
- Obulbiga MF, Bougouma V et Sanon HO (2015). Amélioration de l'offre fourragère par l'association culturale céréale- légumineuse à double usage en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* Vol 9, n° 3, pp. 1431-1439.
- Sana Y, Kiéma S, Ouédraogo B, Samandoulgou Y, Sawadogo L et Kaboré-Zoungrana C (2019). Adaptabilité de *Panicum maximum* cv C1 (herbe de Guinée) dans les zones agro-écologiques du Burkina Faso. *Science et technique, Sciences naturelles et appliquées*, vol 38, n° 2, pp. 89-103.
- Sana Y, Samandoulgou Y, Zoungrana KC et Sawadogo L (2012), Effets de la période de coupe sur la capacité de repousse du *Panicum maximum* dans l'ouest du Burkina Faso. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, vol 19, pp. 175-189.
- Sanon A, Gomgnimbou APK, Coulibaly K, Zongo KF, Bambara CA, Fofana S, Sanou W et Nacro HB (2021a). Caractéristiques chimiques d'un lixisol sous les effets synergiques de biodéchets et de fertilisants minéraux dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Development Research*, vol 11, n° 07, pp. 48668-48673.
- Sanon A, Gomgnimbou APK, Zongo KF, Coulibaly K, Fofana S, Bambara CA, Sanou W et Nacro HB (2021b). Propriétés chimiques d'un lixisol sous application de fumure organique et minérale en culture continue de riz pluvial strict dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Current Research*, vol 13, n° 09, pp. 18527-18532.
- Serpantié G et Ouattara B (2001). Fertilité et jachères en Afrique de l'Ouest. La jachère en Afrique tropicale n°2, pp. 21-83.
- Thomann C. (1988), Utilisation de *Panicum maximum* comme plante test pour l'étude de la fertilité et de l'évolution sous culture de sols tropicaux. Recherche sur la fumure optimale de sa culture en serre sur sa végétation. 710p
- Walinga I, Van Vark W, Houba VJG et Van der Lee JJ. (1989). Soil and plant analysis. Part 7, plant analysis procedures. Wageningen Agricultural University, *Soil Science*, 263 p.
- Walkley A and Black JA (1934). An examination method of the det jareff and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, vol 37, pp. 29-38.
