Stratégies fonctionnelles de *Cymbopogon schoenanthus* (Citronnelle du désert), graminée fourragère soudanienne cultivée sous compost au Sud Bénin

E. MENSAH[1], V. KINDOMIHOU[1], D. S. VODOUHE[2], A. SAIDOU[1], I. AIYELAAGBE[3], B. SINSIN[1]

(Reçu le 07/03/2025; Accepté le 12/05/2025)

Résumé

Cette étude teste l'effet du compost sur les stratégies fonctionnelles de *Cymbopogon schoenanthus* (CS), graminée des milieux soudaniens valorisable comme alicament dans les élevages bioécologiques de ruminants, en vue de sa domestication. Le dispositif expérimental est un bloc aléatoire complet de trois traitements (0 t/ha, témoin; 5 t/ha et 10 t/ha de compost) en 3 répétitions. Des données morphométriques sur souches, tiges et limbes foliaires, collectées sur 5 souches par placette ont été soumises à une analyse de la variance. La hauteur totale des souches (HAT), le nombre total de talles (NTT) sont significativement plus élevés sous la dose de 5 t/ha de compost par souche et plus faibles sous le témoin: HAT=149,0 cm contre 132,2 cm; NTT=112,9 talles contre 45,9 talles. La fertilisation a induit une augmentation du taux de matière sèche (TMS) de 22,8 % et de 48,1 % et une réduction de la surface foliaire spécifique (SFS) de 34,2 à 46,6 %. Cette augmentation du TMS, couplée avec la réduction de la SFS, indique une stratégie de conservation de ressource chez les souches de CS fertilisées. Par contre, les souches témoins ont adopté une stratégie de capture de ressources. La dose de 5 t/ha de compost semble être plus favorable à la production agro-écologique de CS.

Mots clés: *Cymbopogon schoenanthus*, traits fonctionnels, conservation de ressource, capture de ressources, pâturage

Functional strategies of *Cymbopogon schoenanthus* (Camel grass), a Sudanese forage grass grown under compost in the southern Benin

Abstract

This study tested the effect of compost on the functional strategies of *Cymbopogon schoenanthus* (CS), a grass from Sudanian environments that can be used as a food supplement in bioecological ruminant farms, with a view to its domestication. The experimental design was a complete randomized block with three replicates and three treatments (0 ton per hectare (Control), 5 and 10 tons per hectare of compost). Morphometric data on stumps, stems and leaf blades, collected on 5 stumps per plot, were subjected to an analysis of variance. Total stump height (HAT) and total number of tillers (NTT) were significantly higher under the dose of 5 t/ha compost per stump and lower under the controls: HAT=149.0 cm versus 132.2 cm; NTT = 112.9 tillers versus 45.9 tillers. Fertilization increased dry matter content (DMC) by 22.8 % and 48.1 %, and reduced specific leaf area (SLA) from 34.2 to 46.6%. This increase in DMC, coupled with the reduction in SLA, indicates a resource conservation strategy in the fertilized CS stumps. In contrast, the control treatment adopted a resource capture strategy. The 5 t/ha compost dose appears to be more favorable to agro-ecological CS production.

Keywords: *Cymbopogon schoenanthus*, functional traits, resource conservation, resource capture, grazing

INTRODUCTION

L'agriculture biologique constitue une des voies pour amorcer la révolution verte sur le continent africain (Andriamampianina *et al*., 2018). Cette forme d'agriculture axée sur les pratiques agroécologiques, conviendrait très bien aux paysans pauvres. Une conversion de 50 % des exploitations agricoles sur le continent entraînerait des disponibilités alimentaires accrues et des importations alimentaires réduites (IFOAM, 2008; Mensah, 2022). Elle contribue efficacement au processus de transition agroécologique amorcé par les pays africains pour réduire les impacts négatifs de l'agriculture sur l'environnement et sur la santé (De Bon *et al*., 2018).

Bien que peu recensée dans les statistiques officielles, les produits biologiques sont de plus en plus présents sur les marchés locaux et d'exportation en Afrique (De Bon *et al*., 2018). Malheureusement, l'agriculture biologique en Afrique de l'ouest et au Bénin en particulier, concerne uniquement les productions végétales (cacao, café, coton, quinoa, riz, banane dessert, mangue, ananas, ignames, fruits et légumes…) (CNABio, 2013). Les statistiques évoquent très peu l'élevage biologique et écologique en Afrique de l'Ouest. L'élevage biologique se limite principalement à l'Europe et à quelques pays développés comme les États-Unis, l'Australie et le Canada (Chander *et al*., 2014). Pourtant, l'élevage constitue la principale source de protéine et est à même de résoudre les problèmes d'insécurité alimentaire sur le continent. De plus, l'intensification des systèmes de production animale comme stratégie de lutte contre l'insécurité alimentaire est accusée d'accentuer les problèmes de réchauffement climatique sur la planète. Il urge donc de promouvoir le développement de l'élevage biologique.

L'élevage biologique est régit par des normes qui exigent l'accès des animaux ruminants au pâturage et qui fait de la prévention la pierre angulaire de la gestion sanitaire (Cabaret et Nicourt, 2009). Il existe des plantes fourragères ayant des propriétés médicinales visant à renforcer le système immunitaire des animaux (Mensah *et al*., 2021). C'est le cas de *Cymbopogon schoenanthus*, espèce graminéenne tropicale, hémicryptophyte cespiteux basiphyle, à multi-utilisations (Mensah *et al*., 2021). Elle est cultivée pour son arôme foliaire (Cheel *et al*., 2005), ses feuilles fraîches et jeunes sont consommées et sont également utilisées pour la préparation de recettes de viandes traditionnelles (Khadri *et al*., 2008). *C. schoenanthus* est reconnue comme une plante pesticide. Son huile essentielle intervient dans la protection des cultures (Bokobana *et*

[1] Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin
[2] Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Biologique, Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin
[3] Département d'horticulture, Université fédérale d'agriculture d'Abeokuta, Nigeria

al., 2014; Kolani *et al*., 2016). L'huile est également utilisée dans la lutte biologique contre les parasites de stocks (Ketoh *et al*., 2005; 2006). De plus, *C. schoenanthus* est une plante fourragère des pâturages soudaniens (Diallo, 1995). Elle est consommée et appétée par les herbivores (Sinsin, 1993) et contribuerait à réguler voire arrêter le développement des strongles chez les petits ruminants (Katiki *et al*., 2012). Bien que répandue au Nord-Ouest Bénin, en zones sahéliennes et soudano-sahéliennes, *C. schoenanthus* est très peu documentée et ses performances en milieu de culture sont presque inconnues (Mensah *et al*., 2021). La présente étude examine les stratégies fonctionnelles de la plante en condition de culture biologique en vue de sa domestication dans le cadre de la promotion de l'élevage biologique des petits ruminants au Bénin.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

L'expérimentation a été conduite sur le site d'expérimentation de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'UAC (06°44'07,9'' latitude Nord et 002°08'16,8'' longitude Est), en bordure de la route nationale inter-état 2 (RNIE 2) à 15 km au Nord de Cotonou dans la commune d'Abomey-Calavi. La zone est caractérisée par un climat de type subéquatorial chaud caractérisé par deux saisons de pluie alternées de deux saisons sèches à durées inégales. Ce climat est marqué par une pluviométrie variant entre 900 mm et 1100 mm d'eau par an. La température moyenne annuelle est de 27 °C. L'hygrométrie est toujours élevée (supérieure à 70% à 12 heures, supérieure à 89% à 6 heures).

Le Tableau 1, présente la composition granulométrique et physico-chimique du sol avant l'expérimentation.

Matériels

Le matériel fertilisant utilisé dans cette étude est du compost produit dans le centre maraîcher de Houéyiho à Cotonou (Bénin). Le compost est réalisé à partir des déchets ménagers de la ville de Cotonou. Le compost est réalisé avec un rendement de 65,7 %. Les caractéristiques physico-chimiques du compost obtenu donnent entre autres valeurs un rapport C/N de 11,7 % et un taux de 0,62 % de phosphore total. L'humus du compost a une forte CEC et fixe les ions minéraux nutritifs tels que les cations K^+ et Ca^{2+} et les phosphates de manière à les rendre disponibles aux plantes pour leur croissance et leur développement. La composition physico-chimique du compost utilisé est conforme aux normes internationales sur la qualité d'un compost mature (Seal *et al*., 2016).

Tableau 1: Caractéristiques du sol du site expérimental

Granulométrie (%)	**0 – 2 mm**	**10,4**
	2 – 20 mm	**2,7**
	20 – 50 mm	**1,9**
	50 – 200 mm	**19,7**
	200 – 2000 mm	**65,2**
Caractéristiques chimiques		**Teneur**
pH eau		5,85
pH Kcl		0,10
N total (%)		0,11
C total (%)		0,96
MO (%)		1,66
C/N		9,11
P (ppm)		2,54
CEC (méq/100g)		9,00
Ca^{++} (méq/100g)		3,07
Mg^{++} (méq/100g)		1,06
K^+ (méq/100g)		0,82
Na^+ (méq/100g)		0,74
Sommes des bases		5,69

N total: *azote total;* ***C total:*** *Carbone total;* ***MO:*** *Matière organique;* ***C/N:*** *Rapport carbone/azote;* ***P:*** *Phosphore;* ***CE:*** *cation échangeable;* ***Ca^{++}:*** *calcium;* ***Mg^{++}:*** *Magnésium (cation);* ***K^+:*** *Potassium (cation),* ***Na^+:*** *sodium (cation).*

Le matériel végétal est l'espèce fourragère *Cymbopogon schoenanthus,* espèce soudanienne et soudano-sahélienne acclimatée au Sud du Bénin.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté dans cette étude est un Bloc Aléatoire Complet (BAC) randomisé répétée 3 fois qui met en relief une espèce, *Cymbopogon schoenanthus* (CS) et 3 traitements de compost en 3 doses: 60 g/souche, 120 g/souche et 0 g/souche qui correspondent respectivement à 5 t/ha, 10 t/ha et 0 t de compost (témoin).

Au total, 9 planches de 1,5 m x 2 m à raison d'une planche par traitement sont installées avec 24 souches par planche et un écartement de 40 cm entre ligne et souches. Le compost est appliqué deux semaines après l'installation des plants. Il est appliqué à dose unique au niveau de chaque souche suivant les doses définies par souche.

Collecte de données

La collecte des données a été réalisée quatre mois après l'application du compost au stade floraison. L'unité d'observation est la touffe. Les données sur la morphologie des touffes, des limbes foliaires et des tiges ont été collectées.

Sur les touffes, les talles, les talles florifères ont été dénombrées manuellement. Le diamètre, la hauteur totale et la hauteur basilaire sont mesurés avec un décamètre.

Sur les tiges portant les inflorescences, nous avons relevé la hauteur des tiges, le nombre de nœuds par tige, la longueur des entre nœuds et les numéros des nœuds portant l'inflorescence.

Sur chaque touffe échantillonnée, cinq feuilles relevant des 2e et 3e entre-nœuds avant l'inflorescence sont choisies puis coupées à la ligule. La longueur et la largeur de chaque limbe sont relevées, puis les limbes sont déposés dans une enveloppe format moyen. Au laboratoire, la masse fraîche du limbe est prise à l'aide de la balance électronique. Ensuite, les échantillons de limbe foliaire ont été placés dans l'étuve à 65°C pendant 48 h, en vue de la détermination de la matière sèche du limbe. Ces données ont permis de calculer la surface foliaire spécifique (SFS) et la teneur en matière sèche foliaire (TMS).

Calcul des paramètres écophysiologiques

Surface Foliaire Spécifique SFS=L*l/MS avec L: longueur (m); l: largeur (m) et MS: Masse Sèche (kg).

Taux de Matière Sèche TMS= MS/MF avec MF: Matière Fraîche en kg et MS: Masse Sèche en g.

Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel XLSTAT Version 2015.4.01 (Addinsoft, 2015) et STATISTICA 9.0. Une analyse de variance (à un critère de classification: dose de compost) a été réalisée. Les moyennes ont été séparées à l'aide du test de Student Newman-Keuls. Les corrélations entre les différents paramètres étudiés ont été analysées avec le coefficient de Pearson sous STATISTICA 9.0. Tous les niveaux de signification ont été fixés à $p < 0,05$.

L'amplitude de variation est calculée pour quantifier la contribution exacte du fertilisant dans les performances obtenues:

$$\Delta v = \frac{(\overline{xi} - \overline{xo})}{\overline{xo}} \times 100$$

Δv= amplitude de variation en %; $\overline{xi}$= moyenne du traitement i; $\overline{xo}$= moyenne du traitement témoin.

RÉSULTATS

Traits morphologiques et biométriques des souches de *Cymbopogon schoenanthus*

Le Tableau 2, présente les valeurs moyennes des paramètres morpho-métriques des souches de *C. shoenanthus* ainsi que les résultats d'analyse de la variance.

La fertilisation n'a pas eu d'effet significatif sur le nombre de talles florifères (NTF).

Hauteur totale et la hauteur basale des touffes

Les hauteurs totales et basales des touffes varient significativement d'une dose de compost à une autre. Les plus élevées (HAT = 149,0 cm; HAB = 44,3 cm; Tableau 2) relèvent de la seule dose de 60 g/souche de compost et les plus faibles valeurs (HAT=132,2 à 132,9 cm et HAB = 38,5 à 43,9 cm; Tableau 2) des autres traitements. La dose de 60 g induit une amplitude de variation sur la hauteur totale et basale respectivement de l'ordre de 13% et de 15% indiquant ainsi que cette dose semble être plus favorable à la croissance en hauteur des souches de *C. schoenanthus*. Par contre, la dose de 120 g/souche de compost induit une croissance en hauteur totale et basale respective de 1% et de 14%.

Diamètre

Les diamètres moyens varient significativement d'un traitement à l'autre (Tableau 2). Les touffes cultivées avec du compost à 60 g et 120 g montrent des diamètres moyens respectifs les plus élevés (Tableau 2); tandis que les touffes cultivées sans fertilisant ont montré les plus faibles valeurs. L'adjonction de la dose de 60 g/souche de compost a induit un développement des souches en diamètre de 10 % et de 7% pour celle de 120 g/souche de compost.

Nombre de talles

La production du nombre de talles varie significativement d'un traitement à l'autre (Tableau 2). Les souches de *C. schoenanthus* cultivées sous 60 g de compost montrent les nombres de talles les plus élevés (112,9 talles). Par contre, les plus faibles productions de talles relèvent des souches cultivées sans fertilisant (45,9 talles).

Traits morphométriques des tiges

Le Tableau 3 présente l'effet des doses de compost appliquées sur les traits morpho-métriques des tiges florifères de *C. schoenanthus.* L'analyse de ce tableau montre que la dose de 60 g/souche de compost a influencé significativement la hauteur des tiges florifères et le nombre total d'entre-nœud. Elle a induit les hauteurs des tiges florifères les plus élevées (149,0 cm) comparativement à la dose 120 g/souche (132,9 cm) et le témoin (135,2 cm). La dose de 60 g/souche a amélioré la croissance en hauteur des tiges florifères de 10%.

De plus, les souches de *C. schoenanthus* cultivées sous la dose de 60 g/souche ont donné les nombres d'entre-nœuds les plus élevés avec une moyenne totale de 20 N_entre-noeuds alors que celles cultivées sous 120 g/souche et témoin ont montré les plus faibles valeurs respectivement 14 et 16. La dose de 60 g/souche a ainsi induit une augmentation du nombre d'entre-nœud de 25 %.

La Figure 2 présente les variations des longueurs des 15 premiers entre-nœuds. De l'analyse de cette figure, il ressort que les entre-nœuds 3 et 4 sont les plus longs, plus précisément ceux issues des souches de *C. schoenanthus* cultivées sous 60 g de compost (23,5 cm). La longueur des entre-nœuds diminue à partir du 5ème nœud. Par ailleurs, les souches cultivées sous 60 g de compost montrent les entre-nœuds les plus longs comparés aux autres traitements (Figure 2). La longueur des entre-nœuds sur une tige florifère détermine sa hauteur totale.

Tableau 2: Effet du compost sur les traits morphologiques et biométriques des souches de *Cymbopogon schoenanthus*

Traitement		HAT	HAB	DIA	NTT	NTF
TC60		149,0 ± 5,08 a	44,3 ± 1,83 a	83,3 ± 2,70 a	112,9 ± 7,49b	3,34 ± 0,23 a
T0		132,2 ± 4,67 b	38,5 ± 1,32 b	75,5 ± 1,17 b	45,9 ± 4,77c	2,33 ± 1,00 a
TC120		132,9 ± 1,72 b	43,9 ± 4,27 a	80,7 ± 2,22 a	92,4 ± 3,61a	2,39 ± 0,17 a
Résultats ANOVA	$F_{(2,6)}$	16,1	4,01	10,44	115,5	2,67
	P	**	*	**	***	ns
	R²	0,79	0,43	0,70	0,97	0,29

***: P<0,01; ***: P<0,001; ns: non significative; les valeurs moyennes d'une même colonne suivie d'une même lettre n'indiquent aucune différence significative (p>0,05) alors que les lettres différentes informent sur les différences significatives (p<0,05). T0: Témoins; TC60: Traitements compost 60 g/souche; TC120: Traitements compost 120 g/souche; HAT: Hauteur totale de la souche; HAB: Hauteur basale de la souche; DIA: Diamètre de la souche; NTT: Nombre totale de talles; NTF: Nombre de talles florifères.*

Tableau 3: Effets des doses de compost sur les traits morphologiques et biométriques des tiges de *Cymbopogon schoenanthus*

Traitements		Hauteur	Nœud à fleur	N_Entrenœuds
TC60		149,0 ± 10,3 a	4_6e au 7_21e	20 ± 2 a
T0		135,2 ± 17,5 b	4_7e au 8_17e	16 ± 1 b
TC120		132,9 ± 3 ,96 b	3_5e au 11_15e	14 ± 1 b
Résultats ANOVA	$F_{(2,6)}$	12,8	-	14,0
	P	*	-	**
	R²	0,54	-	0,82

**: P<0,05; ns: non significative; a, b: groupes homogènes suivant PPDS à 5%.*

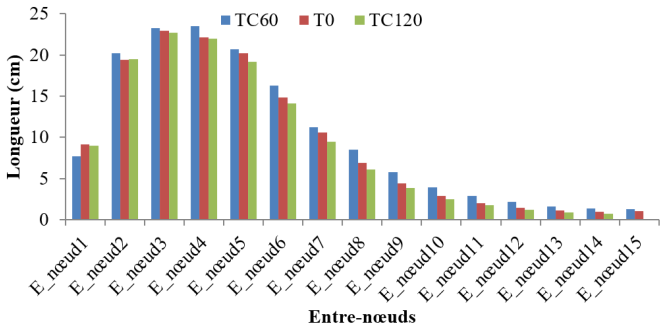

Figure 2: Comparaison des effets du compost sur l'élongation des 15 premiers entre-nœuds de C. schoenanthus cultivée au sud Bénin

T0: Témoins; TC60: Traitements compost 60 g/souche; TC120: Traitements compost 120 g/souche

La dose de 60 g de compost favorise significativement des valeurs élevées de la longueur des entre-nœuds, et donc de longues tiges. La fertilisation modérée influence significativement la longueur des entre-nœuds.

Traits morpho-métriques et écophysiologique des limbes foliaires

Le Tableau 4, montre les valeurs des paramètres morphologiques des limbes foliaires de *C. schoenanthus* et les résultats de l'analyse de la variance.

Longueur et largeur des limbes foliaires

L'application des doses de compost a eu un effet significatif sur la longueur et la largeur des limbes (Tableau 4). La dose de 60 g de compost induit une augmentation de la longueur et de la largeur des limbes respectivement de 13,9 et de 11,4 %. Par contre celle de 120 g de compost induit une augmentation de la largeur de 14,3 % et n'affecte pas significativement la longueur des limbes. A l'issu de ces résultats, la dose de 60 g de compost est favorable pour une bonne croissance des limbes foliaires.

Masse fraîche et sèche foliaire

La fertilisation a induit des différences significatives sur la mase foliaire. Les souches fertilisées montrent les masses foliaires les plus élevées (Tableau 4). Les doses de compost apportées induisent une augmentation de 100% à 110 % de la masse fraîche foliaire et 100 % à 125 % de la masse sèche foliaire.

Surface foliaire spécifique et taux de Matière sèche

La fertilisation a induit des différences significatives entre les valeurs moyennes de la SFS et le TMS (Tableau 4).

Les souches témoins montrent les SFS les plus élevés 29,3 $m^2.kg^{-1}$ (Tableau 4) contre les plus faibles chez les souches fertilisées (15,7 à 19,3 $m^2.kg^{-1}$). La fertilisation organique a réduit la SFS de 34,2 à 46,6 %.

A l'opposé de la SFS, le TMS est plus faible chez les souches témoins (514,7 $mg.g^{-1}$). Les souches de 60 g et 120 g ont montré les fortes valeurs respectivement 632,1 $mg.g^{-1}$ et 762,1 $mg.g^{-1}$ (Tableau 4), soit une augmentation respective de 22,8 % et de 48,1 %.

Étude des corrélations

Le Tableau 5 montre les corrélations entre les paramètres étudiés. Les corrélations positives significatives sont celles qui relient:

- La hauteur totale de la souche au diamètre, au nombre total de talles, à la longueur du limbe, à la hauteur de la tige florifère,
- Le diamètre au nombre total de talles, à la longueur du limbe, largeur du limbe, masse fraîche et sèche du limbe,
- Le nombre total de talles à la longueur, largeur, masse fraîche et sèche du limbe,
- Le nombre de talles florifères à la longueur du limbe,
- La largeur du limbe à la masse fraîche et sèche du limbe,
- La masse fraîche du limbe et la masse sèche du limbe.

Tableau 4: Effet des doses de compost sur les traits morphologiques des limbes foliaires de *Cymbopogon schoenanthus*

Traitements		LOL	LAL	MFL	MSL	SFS	TMS
TC60		76,3 ± 1,93 b	0,39 ± 0,02 a	0,26 ± 0,01 a	0,16 ± 0,04 a	19,3 ± 5,31 b	632,1 ±114,5 b
T0		67,0 ± 6,21 a	0,35 ± 0,003 b	0,13 ± 0,01 b	0,08 ± 0,01 b	29,3 ± 5,31 a	514,7 ±58,6 c
TC120		68,9 ± 2,57 ab	0,40 ± 0,01 a	0,24 ± 0,06 a	0,18 ± 0,03 a	15,7 ± 1,86 b	762,1 ± 64,8 a
Résultats ANOVA	$F_{(2,6)}$	4,46	14,5	11,6	10,7	7,54	6,82
	P	*	**	**	**	*	*
	R^2	0,46	0,77	0,73	0,71	0,62	0,31

***: P<0,01; *: P<0,05; ns: non significative; a, b: Groupes homogènes au seuil de 5%.*

Tableau 5: Effet de 60 g par souche de compost comparé au témoin sur les covariations entre paramètres étudiés

	HAT	HAB	DIA	NTT	NTF	LOL	LAL	MFL	MSL	SFS	TMS	HTF	NON
HAT	1												
HAB	0,30ns	1											
DIA	**0,73***	0,10ns	1										
NTT	**0,67***	-0,16ns	**0,85****	1									
NTF	0,52ns	0,52ns	0,60ns	0,56ns	1								
LOL	**0,75***	0,38ns	**0,76***	**0,67***	**0,90*****	1							
LAL	0,45ns	-0,39ns	**0,67***	**0,81****	0,20ns	0,41ns	1						
MFL	0,54ns	-0,19ns	**0,79***	**0,86****	0,43ns	0,61ns	**0,80***	1					
MSL	0,26ns	-0,37ns	**0,69***	**0,82****	0,33ns	0,39ns	**0,70***	**0,91*****	1				
SFS	-0,11ns	0,40ns	-0,56ns	**-0,72***	-0,12ns	-0,13ns	-0,65ns	**-0,79***	**-0,94*****	1			
TMS	-0,41ns	-0,45ns	0,14ns	0,28ns	-0,06ns	-0,26ns	0,16ns	0,20ns	0,57ns	**-0,71***	1		
HTF	**0,73***	0,11ns	0,32ns	0,31ns	-0,14ns	0,16ns	0,34ns	0,31ns	0,05ns	-0,06ns	-0,48ns	1	
NON	0,16ns	0,45ns	0,18ns	-0,05ns	-0,17ns	-0,15ns	0,11ns	0,08ns	-0,05ns	-0,13ns	-0,15ns	0,48ns	1

**: p<0,05; **: p<0,001; ***: p<0,001; ns: non significatif au seuil de 5%; HAT: Hauteur totale de la souche; HAB: Hauteur basale de la souche; DIA: Diamètre de la souche; NTT: Nombre totale de talles; NTF: Nombre de talles florifères; LOL: Longueur limbe; LAL: Largeur limbe; MFL: Masse fraîche limbe; MSL: Masse sèche limbe; SFS: Surface foliaire spécifique; TMS: Taux de matière sèche foliaire; HTF: Hauteur tige florifère; NON: Nombre d'entre-nœud*

Par contre, les corrélations négatives significatives sont celles qui existent entre la surface foliaire spécifique et le nombre total de talles, la masse fraîche du limbe, la masse sèche du limbe et le taux de matière sèche.

La tendance générale positive entre le nombre total de talles et la hauteur totale des touffes (Tableau 5) est due aux souches de 60 g de compost qui ont montré une forte croissance en hauteur et une forte production de talles et à l'opposé les souches témoins qui ont montré les plus faibles productions de talles et de croissance en hauteur (Figure 3).

De façon spécifique, cette corrélation est positive chez les souches témoins et négative chez les souches de 60 g de compost et celles de 120 g de compost (Figure 3).

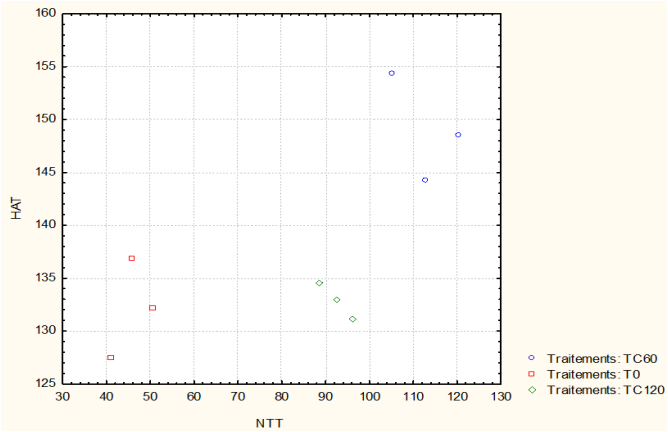

Figure 3: Corrélations entre Nombre de talles et Hauteur des touffes
où T0: r = 0,50; p = 0,67; TC60: r = -0,58; p = 0,61; TC120: r = -0,99; p = 0,04

La tendance générale négative entre le nombre total de talles et de la surface foliaire spécifique (Tableau 5) est due aux souches témoins qui ont montré les faibles productions de talles et de fortes surfaces foliaires spécifiques contre les souches fertilisées qui ont montré les plus faibles SFS et de fortes productions de talles (Figure 4).

Spécifiquement, la corrélation entre SFS et NTT est négative aussi bien chez les souches témoins que chez les souches de 60 g de compost et de 120 g (Figure 4).

De la Figure 5 et 6, il ressort que la tendance générale négative observée entre la SFS et la MFL et entre la SFS et la MSL est due aux souches témoins qui ont montré les plus fortes valeurs de la SFS et les faibles plus valeurs de la masse fraîche

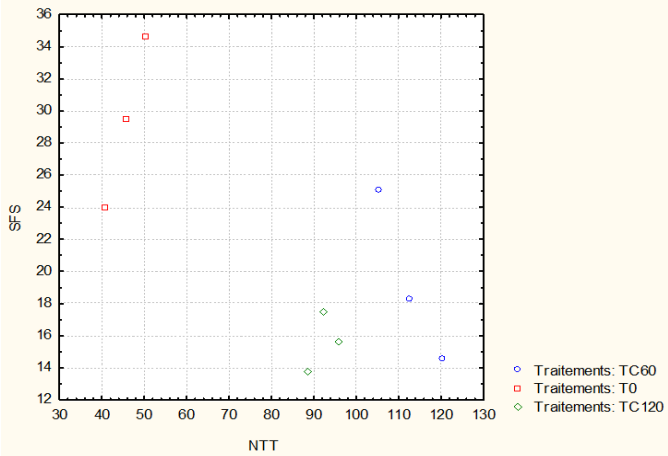

Figure 4: Corrélations entre Nombre de talles et Surface foliaire spécifique où T0: r = 1,00; p = 0,01; TC60: r = -0,99; p = 0,10; TC120: r = 0,50; p = 0,66

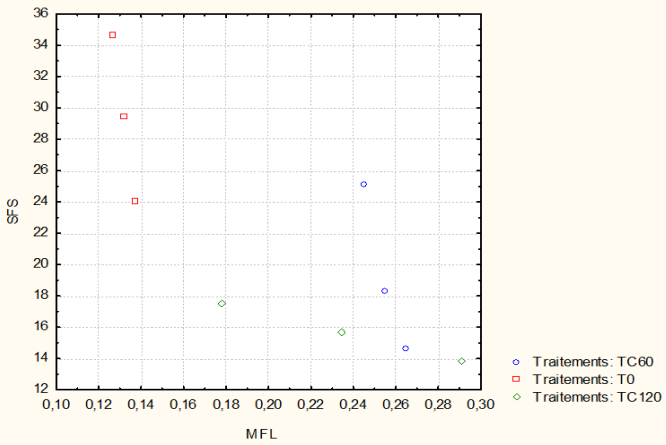

Figure 5: Corrélations entre Masse fraîche et Surface foliaire spécifique; où T0: r = -1,00; p = 0,02; TC60: r = -0,99; p = 0,011; TC120: r = -1,00; p = 0,003

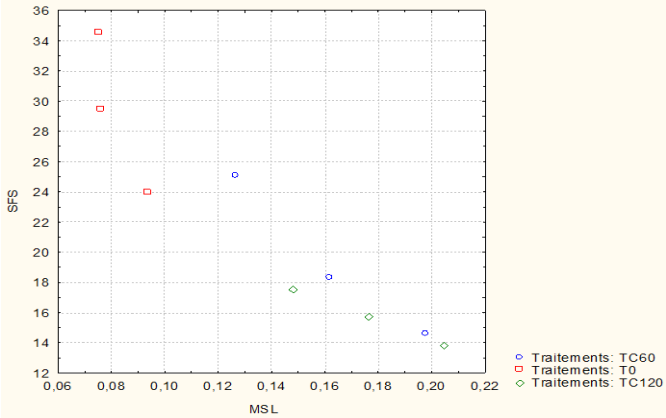

Figure 6: Corrélations entre Masse sèche du limbe et Surface foliaire spécifique; où T0: r = -0,89; p = 0, 03; TC60: r = -0,99; p = 0, 01; TC120: r = -1,00; p = 0,003

et sèche du limbe foliaire et les souches fertilisées qui ont montré les faibles valeurs de la SFS et les fortes valeurs de la masse fraîche et sèche du limbe. Les deux types de corrélation observés sont négatifs et significatifs, tant chez les souches témoins que chez celles ayant reçu une fertilisation.

La tendance négative générale entre le TMS et la SFS est induite par les souches témoins qui ont les TMS faibles et les SFS élevées et les souches fertilisées qui ont montré les SFS faibles et les TMS élevés (Figure 7).

Cette corrélation est négative chez les souches témoins et celles de 60 g de compost mais elle est positive chez les souches de 120 g de compost.

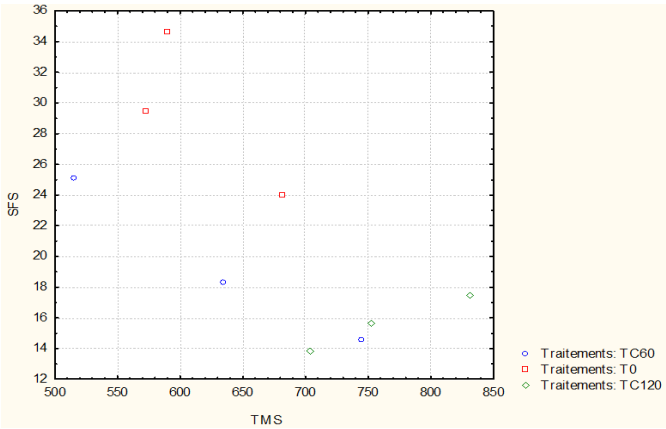

Figure 7: Corrélations entre Taux de matière sèche et Surface foliaire spécifique; où T0: r = -0,79; p = 0,042; TC60: r = -0,99; p = 0,04; TC120: r = 0,99; p = 0,09.

DISCUSSION

Cette étude a permis d'analyser les stratégies fonctionnelles de *Cymbopogon schoenanthus* (CS) en milieu de culture et sous compost.

Paramètres biologiques de *Cymbopogon schoenanthus* en milieu de culture

Nos résultats sur les plants de CS non fertilisés indiquent un plateau de tallage constitué de 46 talles en moyenne et une croissance en hauteur atteignant 132 cm de haut à 160 jours à la floraison. Les données sur CS en milieu de culture sont très rares. Diallo (1995) a étudié l'espèce dans son milieu naturel au Burkina-Faso. Il a rapporté 18 talles chez les plantes arrivées à maturité. Cette valeur est très en dessous de celle obtenue dans la présente étude. Akoegninou *et al*. (2006) ont rapporté CS dans les savanes, jachères, les endroits saxicoles, galeries forestières atteignant 120 cm de haut. CS avait été recensée dans les zones soudaniennes avec une hauteur moyenne de 120 cm (Rose, 1977). Berhaut (1967) avait rapporté des hauteurs plus faibles comprises entre 40 et 70 cm obtenues en zone sahélienne où les possibilités de croissance des plantes sont moindres (limitation en eau). Les hauteurs de la plante rapportées en milieu naturel sont largement inférieures à nos travaux. Sous T0, la largeur moyenne des limbes foliaires est égale 3,5 mm. Cette valeur se retrouve dans la fourchette donnée par Diallo (1995) 2 mm à 5 mm. Par contre les longueurs des limbes observées par l'auteur sont plus faibles. Au stade de fructification, nos résultats ont révélé que la tige de *C. schoenanthus* comporte en moyenne 16 entre-nœuds. Cette valeur est supérieure à celle d'*Andropogon ascinodis* (12,3 cm) et de *Schizachyrium sanguineum* (13,3 cm) des savanes de Nazinga au Burkina Faso (Fournier, 1991). De manière générale, nous constatons que sans fertilisation les valeurs obtenues sur les paramètres biologiques sont nettement supérieures à celles obtenues sur l'espèce dans son milieu naturel cela peut s'expliquer par l'absence de plantes adventices due aux sarclages ce qui empêcherait les concurrences sur les ressources nutritives du sol. L'arrosage des plantes aurait favorisé l'utilisation des éléments nutritifs du sol pour la croissance. L'application du compost a induit une amélioration de ces paramètres biologiques. Ainsi, *C. schoenanthus* s'adapte bien aux conditions de culture en zone subéquatoriale.

Effet des fertilisants sur la stratégie fonctionnelle de *Cymbopogon schoenanthus* (CS)

Le terme stratégie fonctionnelle désigne la manière dont une espèce tire profit des conditions permises par les facteurs du milieu pour assurer le maintien de sa population (Bristiel, 2017). Une stratégie relative à l'acquisition des ressources (Cruz *et al*., 2002), permet de classer les espèces selon leur aptitude à l'acquisition ou à la conservation des éléments nutritifs et du carbone. Ainsi, il y a la stratégie de capture de ressources et la stratégie de conservation des ressources (Freschet *et al*., 2017). La stratégie de capture de ressources caractérise les espèces adaptées aux milieux riches. Par contre, les espèces à stratégie de conservation des ressources sont adaptées aux milieux peu fertiles. La surface foliaire spécifique (SFS) et le taux de matière sèche (TMS) sont deux traits fonctionnels qui permettent d'identifier les stratégies adoptées par les espèces (Garnier *et al*., 2004; Wright *et al*., 2005; Bristiel, 2017).

Les stratégies fonctionnelles adoptées par CS ont été étudiées à partir de ces deux traits. Nos résultats ont montré un effet significatif de la fertilisation sur la SFS et le TMS. Les doses de compost apportées ont réduit significativement la SFS de 34,2 à 46,6 % et ont augmenté significativement le TMS de 22,8 % et de 48,1 %. Cet effet significatif de la fertilisation sur les traits fonctionnels étudiés corrobore avec les conclusions de Ansquer *et al*. (2009) qui ont montré que le TMS et la SFS varient selon la disponibilité du sol en azote. Ces traits étant des traits fonctionnels alors la fertilisation influence la stratégie fonctionnelle de CS. C'est ce que rapporte également Bumb (2012), la fertilisation azotée affecte les stratégies fonctionnelles des plantes. En effet, selon Cruz *et al*. (2002) la valeur des traits fonctionnels dépend de la biodisponibilité en éléments nutritifs et des modalités d'utilisation des plantes. Les différentes variations des valeurs de SFS et de TMS confirment cette affirmation. De plus, des changements de stratégies fonctionnelles induits par la domestication de certaines cultures d'intérêt agronomiques comme le blé ont été rapportés par Vilela et González-Paleo (2015) et Roucou *et al*. (2017).

L'augmentation du TMS sous fertilisation est conforme aux résultats de Bumb (2012) qui a rapporté une augmentation du TMS chez deux graminées des milieux tempérés (*Festuca paniculata* et *Dactylis glomerata*) sous fertilisation azotée. Le TMS est le trait de référence qui renseigne sur les caractéristiques d'importance agronomique telles que la digestibilité de la matière organique (DMO) des espèces ou leur phénologie (Ansquer *et al*., 2008). Il est un bon indicateur des niveaux de fertilité dans lesquels la plante a évolué (Ansquer *et al*., 2008). La SFS, quant à elle, est un bon descripteur du taux de croissance relatif des espèces fourragères (Vile *et al*., 2005; Marion, 2010). Elle permet d'estimer la capacité de la plante pour la dominance compétitive. Ainsi, la fertilisation a amélioré la digestibilité de la matière organique des feuilles de CS, réduit leur capacité photosynthétique, réduit la teneur en azote foliaire par unité de masse et prolonge la durée de vie foliaire (Wright *et al*., 2005). En d'autres termes, un TMS élevé signifie que les composés organiques sont préférentiellement investis dans les structures de soutien et de protection et également convertis en composés secondaires utilisés comme moyens de défense contre les agressions abiotiques et biotiques (Testi, 2008). Par contre une SFS élevée indique une plus grande proportion de mésophylle comparée à celle de tissus de soutien (sclérenchyme) (Vendramini *et al*., 2002), une teneur élevée en azote foliaire (Westoby, 2002), une activité métabolique élevée, une vitesse de croissance relative élevée, une forte sensibilité de ces tissus à l'herbivorie (Cruz *et al*., 2002; Freschet *et al*., 2010) et une faible résistance aux facteurs biotiques et abiotiques (Marion, 2010).

Globalement, nos résultats ont montré une corrélation négative entre le TMS et la SFS. Spécifiquement, cette corrélation est négative chez les souches témoins et celles de 60 g de compost. Les corrélations négatives entre la SFS et le TMS obtenues dans la présente étude corroborent avec les résultats de Cruz *et al*. (2002), Testi (2008), Marion (2010) et de Tardy (2015).. Ces différents auteurs ont indiqué qu'une SFS faible est associée à un TMS élevé. Cette opposition entre les deux traits indique

que les feuilles ayant une large surface photosynthétique par unité de masse foliaire ont des tissus peu denses (Cruz *et al*., 2002). Autre chose, la corrélation négative entre la SFS et le TMS permet de définir la stratégie relative à l'acquisition de ressource adoptée par la plante. Ainsi, les SFS élevées associées aux faibles TMS obtenus chez les souches témoins indiquent que *Cymbopogon schoenanthus* cultivée sans fertilisation adopte la stratégie de capture de ressource. Cette stratégie étant caractéristique des milieux riches alors le site expérimental est riche en éléments nutritifs disponibles pour la production de CS. En comparaison aux souches témoins, celles de 60 g de compost ont adopté la stratégie de conservation des ressources. Cette stratégie caractérise les espèces de plantes adaptées aux milieux peu fertiles (Cruz *et al*., 2002).

Les corrélations négatives obtenues ne sont pas conformes aux résultats de Kindomihou *et al*. (2019). Ces auteurs ont rapporté une corrélation positive entre la SFS et TMS chez *Loxodera ledermannii* (graminée tropicale).

Nos résultats n'ont pas montré de corrélation significative entre la SFS et la hauteur totale des souches (HAT) et entre le TMS et la HAT. Ces résultats ne sont pas conformes à ceux de Boerner et Huang (2008), Golodets *et al*. (2009), Evju *et al*. (2009), Marion (2010), Niu *et al*. (2010) et Tardy (2015) qui ont rapporté des corrélations entre la SFS et la HAT d'une part et entre le TMS et la HAT d'autre part. Ces corrélations renseignent sur la réponse au pâturage des espèces fourragères. Pour Golodets *et al*. (2009), Evju *et al*. (2009) et Niu *et al*. (2010) une SFS élevée associée à une forte hauteur totale de la touffe est indicatrice de l'adoption de la stratégie de tolérance au pâturage. Par contre, une SFS faible et une hauteur faible favorise l'évitement au pâturage. De leurs résultats, il ressort que la SFS et la HT sont corrélées positivement. C'est ce que rapportent Boerner et Huang (2008). Par contre, Marion (2010) et Tardy (2015) ont rapporté des corrélations négatives entre la SFS et la Hauteur totale.

La hauteur totale des plantes est un trait qui discrimine les espèces par leur capacité à accumuler la biomasse sur pied (Westoby, 1998). Selon Cruz *et al*. (2010), les espèces de grande taille exercent une forte concurrence pour la lumière envers d'autres espèces lors des cycles de croissance longs. Ce trait a un intérêt dans des modes d'exploitation pour lesquels une forte production de biomasse prime sur la qualité de l'herbe récoltée. Dans notre étude, les souches cultivées sous la dose de 60 g de compost ont présenté les hauteurs les plus élevées par rapport aux souches témoins et celles de 120 g de compost. Il en ressort que, cette dose a plus favorisé l'accumulation de la biomasse sur pied et a induit une amélioration de la compétitivité des souches à la lumière. Comme le rapporte Kindomihou *et al*. (2011), les plantes des habitats productifs tendent à être de grande taille. Dans ces conditions la compétition par lumière devient importante. La croissance verticale devient un élément primordial pour maximiser l'interception de lumière (Dyer *et al*., 2001).

Qu'en est-il de la valeur fourragère ? Des études bromatologiques s'avèrent indispensables pour apprécier l'effet de la fertilisation sur la valeur fourragère de *Cymbopogon schoenanthus*.

CONCLUSION

L'application des doses de compost sur *Cymbopogon schoenanthus,* améliore leurs performances biologiques. De cette étude il ressort que:

• *C. schoenanthus* en milieu de culture se développe plus vite qu'en milieu naturel,

• L'adjonction du compost améliore les performances morphologiques et écophysiologiques de l'espèce,

• La disponibilité d'eau et l'absence de plantes adventices favorisent l'assimilation des éléments nutritifs du sol,

• Les faibles valeurs de la surface foliaire spécifique obtenues sous fertilisation indiquent que l'apport du compost améliore la qualité du fourrage produit,

• La fertilisation modérée (5 t/ha) semble être plus favorable à la culture de *C. schoenanthus,*

Au vu de ces résultats, nous pouvons avancer que l'espèce *C. schoenanthus* s'adapte facilement au changement des conditions climatiques et édaphiques. L'espèce peut donc être cultivée dans le sud Bénin et être intégrée dans les ressources fourragères du Sud Bénin.

Nous suggérons que des études ultérieures soient menées pour étudier les valeurs alimentaires de *Cymbopogon schoenanthus* biologique.

RÉFÉRENCES

Akoegninou A., Van Der Burg W.J., Van Der M. (2006). Flore analytique du Bénin. Leiden: Backhuys Publishers (Wageningen Agricultural University papers, 1034 p.

Andriamampianina L., Temple L., de Bon H., Malézieux E., Makowski D. (2018). Évaluation pluri-critères de l'agriculture biologique en Afrique subsaharienne par élicitation probabiliste des connaissances d'experts. *Cahiers Agricultures,* 27:1-8.

Ansquer P., Cettolo H., Theau J.P., Cruz P. (2008). Quels outils pour le diagnostic et la gestion des surfaces en herbe pérennes ? Enquête sur les pratiques et les attentes des utilisateurs", *Symp. Int. Vista-WP5, Outils pour la gestion des prairies naturelles,* Toulouse, 6-8 juillet 2005, 243-265.

Ansquer P., Duru M., Theau J.P., Cruz P. (2009). Functional traits as indicators of fodder provision over a short time scale in species-rich grasslands. *Annals of Botany*, 103: 117-126.

Berhaut J. (1967). Flore du Sénégal 2ème édition. Edition Clairafrique, Dakar, 485 p.

Boerner R.E.J., Huang J. (2008). Changements dans les traits morphologiques, la production de graines et l'établissement précoce de *Desmodium nudiflorum* à la suite d'un incendie, seul ou en combinaison avec l'amincissement du couvert forestier. *Revue canadienne de botanique***,** 86: 376-384.

Bokobana E.M., Koba K., Poutouli W.P., Akantetou P.K., Nadio N.A., Laba B., Tozoou P., Raynaud C., Sanda K. (2014). Évaluation du potentiel insecticide et repulsif de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (l.) Spreng. Sur *Aphis gossypii glover* (homoptera: aphididae), ravageur du cotonnier au Togo. *Revue Cames*, 2: 48-55.

Bristiel P. (2017). Variabilité intraspécifique des stratégies adaptatives à la sécheresse d'une graminée pérenne (*Dactylis glomerata* L.): Les compromis fonctionnels des traits aériens et souterrains peuvent-ils expliciter le compromis entre potentiel de croissance et survie au stress ? Thèse de doctorat, Biologie végétale, Université Montpellier, 302 pages.

Bumb I. (2012). Effets de la composition fonctionnelle de communautés de prairie subalpine sur la production primaire et la qualité des fourrages. Mémoire Master, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 52 p.

Cabaret J., Nicourt C. (2009). Les problèmes sanitaires en élevage biologique: réalités, conceptions et pratiques. *INRA Productions Animales*, 22: 235-244.

Chander M., Kumar S., Mondal S.K., Mukherjee R., Rathore R.S. (2014). Organic animal husbandry development in developing countries: challenges, contentious issues and opportunities. Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 2014, 13-15 October, Istanbul, Turkey.

Cheel J., Theoduloz C., Rodriquez J., Shemeda-Hirshmann G. (2005). Free radical scavengers and antioxidant from lemon grass (*Cymbopogan citratus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 2511-2517.

CNABio, (2013). Guide de certification des produits agricoles selon le système participatif de garantie (SPG). Normes Burkinabé en Agriculture Biologique. NA-B-BF 01-07.

Cruz P., Theau J.P., Lecloux E., Jouany C., Duru M. (2010). Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes: une classification multitraits. *Fourrages*, 201: 11-17.

Cruz P., Duru M., Therond O., Theau J.P., Ducourtieux C., Jouany C., Al Haj Khaked, Ansquer P. (2002). Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage. *Fourrages*, 172: 335-354.

De Bon H., Temple L., Malézieux E., Bendjebbar P., Fouilleux E., Silvie P. (2018). L'agriculture biologique en Afrique: un levier d'innovations pour le développement agricole. Cirad, Montpellier, Perspective 48, 4 p.

Diallo M.S. (1995). Biologie et écologie de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng dans la zone soudanienne du Burkina Faso. Cas de bondoukuy (Province du Mouhoun). Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou. 113 pages.

Dyer A.R., Goldberg D.E., Turkington R. and Sayre C. (2001). Effects of growing conditions and source habitat on plant traits and functional group definition. *Functional Ecology*, 15: 85-95.

Evju M., Austrheim G., Halvorsen R., Mysterud A. (2009). Grazing responses in herbs in relation to herbivore selectivity and plant traits in an alpine ecosystem. *Oecologia*, 16: 77-85.

Fournier A. (1991). Phénologie croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest. Variation selon un gradient climatique. Éditions de l'ORSTOM, 311 p.

Freschet G.T., Valverde-Barrantes O.J., Tucker C.M., Craine J.M., Mccormack M.L., Violle C., Fort F., Blackwood C.B., Urban-Mead K.R., Iversen C.M. (2017). Climate, soil and plant functional types as drivers of global fine-root trait variation. *Journal of Ecology*, 105: 1182-1196.

Freschet G.T., Cornelissen J.H.C., van Logtestijn R.S.P., Aerts R. (2010). Evidence of the 'plant economics spectrum' in a subarctic flora. *Journal of Ecology,* 98: 362-373.

Garnier E., Cortez J., Billes G., Navas M.L., Roumet C., Debussche M., Laurent G., Blanchard A., Aubry D., Bellmann A., Neill C., Toussaint J.P. (2004). Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. *Ecology*, 85: 2630-2637.

Golodets C., Sternberg M., Kigel J. (2009). A community-level test of the leaf-height-seed ecology scheme in relation to grazing conditions. *Journal of Vegetation Science*, 20: 392-402.

IFOAM (2008). L'agriculture biologique pour une véritable révolution verte en Afrique. 2 p.

Katiki L.M., Chagas A.C.S, Takahira R.K., Juliani H.R., Ferreira J.F.S., Amarante A.F.T. (2012). Evaluation of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil in lambs experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, 186: 312–318.

Ketoh G.K., Koumaglo H.K., Glitho I.A. (2005). Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Stored Products Research*, 41: 363-371.

Ketoh G.K., Koumaglo H.K., Glitho I.A., Huignard J. (2006). Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. *Fitoterapia,* 77: 506-510.

Khadri A., Serralheiro M.L.M., Nogueira J.M.F., Neffati M., Smiti S. (2008). Antioxidant and anti acetylcholinesterase activities of essential oils from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. Determination of chemical composition by GC–mass spectrometry and 13C NMR. *Food Chemistry,* 109: 630-637.

Kindomihou V. Dagbenonbakin G. Bognonkpe J.P. Sinsin B. Meerts P. (2011). Silica concentration is related to leaf traits but not to a specific anatomical tissue in tropical fodder Grass species. *European Journal of Scienctific Research,* 62: 559-570.

Kindomihou V., Mensah J-P.A.E., Glèlè-Kakaï R., Effio A., Saïdou A., Holou R., Vodouhè S.D., Aiyelaagbe I., Harris P., Sinsin B. (2019). Organic forage production: Responses of *Loxodera ledermannii* grown under the compost application in Subequatorial Benin. *Annales des Sciences Agronomiques,* 23: 43-52.

Kolani L., Sanda K., Agboka K., Mawussi G., Koba K., Djouaka R. (2016). Investigation of insecticidal activity of blend of essential oil of *Cymbopogon schoenanthus* and neem oil on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Essential Oil Bearing Plants*, 19: 1478-1486.

Marion B. (2010). Impact du pâturage sur la structure de la végétation: Interactions biotiques, traits et conséquences fonctionnelles. Thèse de Doctorat,Université Rennes 1, Français, 236 p.

Mensah E.J-P.A. (2022). Caractérisation des systèmes d'élevage des Petits Ruminants au sud-Bénin: Potentialités pour la production écologique et biologique. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 306 pages.

Mensah E.J-P.A., Kindomihou V., Tovignan S., Saïdou A., Vodouhè D.S., Aiyelaagbe I.,Sinsin B. (2021). Agronomic responses of *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng., a Sudanese forage grass grown under compost for a bio-ecological pasture in the Southern Benin. *European Journal of Biology and Biotechnology,* 2: 64-69.

Niu K., Zhang S., Zhao B., Du G. (2010). Linking grazing response of species abundance to functional traits in the Tibetan alpine meadow. *Plant soil*, 330: 215-223.

Rose I.R. (1977). A manual of Ghana grasses. Land Ressources, Division, England, 265p

Roucou A, Violle C, Fort F, Roumet P, Ecarnot M, Vile D. (2018). Shifts in plant functional strategies over the course of wheat domestication. *J. Appl Ecol*., 55:25–37.

Seal A., Datta A. Saha S., Chatterjee A. K., Barik A. K., Bhattacharya S., Levin Y., Nain A.S., Asthana A., Bera R. (2016). Soil microbial rejuvenation through soil resource recycling as a part of Sustainable Management Programme: a case study from Lakhipara Tea Estate, Dooars, West Bengal, India Research and Reviews: *Journal of Agricultural Science and Technology*, 5: 18–34.

Sinsin B. (1993). Phyto-sociologie, Écologie, valeur pastorale production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalalé au Nord Bénin. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université libre de Bruxelles (Belgique), 390 p.

Tardy F. (2015). Caractérisation fonctionnelle des stratégies de compétition pour les ressources aériennes et souterraines au sein d'une gamme d'espèces végétales: application à la régulation biologique des adventices par les plantes de services dans l'agrosystème bananier antillais. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier, 181 p.

Testi B. (2008). Théophraste et Raunkiaer ont-ils pensé aux traits foliaires ? Mémoire de Master, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 28 p.

Vendramini F., Díaz S., Gurvich D.E., Wilson P.J., Thompson K., Hodgson J.G. (2002). Leaf traits as indicators of resource-use strategy in floras with succulent species. *New phytologist*, 154: 147-157.

Vile D., Garnier E., Shipley B., Laurent G., Navas M.L., Roumet C., Lavorel S., Díaz S., Hodgson J.G., Lloret F., Midgley G.F., Poorter H., Rutherford M.C., Wilson P.J., Wright I.J. (2005). Specific leaf area and dry matter content estimate thickness in laminar leaves. *Annals of Botany*. 96: 1129–1136.

Vilela A.E., González-Paleo L. (2015). Changes in resource-use strategy and phenotypic plasticity associated with selection for yield in wild species native to arid environments. *Journal of Arid Environments,* 113: 51–58.

Westoby M. (1998). A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil*, 199: 213-227.

Westoby M., Falster D.S., Moles A.T., Vesk P.A., Wright J.J. (2002). Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. *Annual Revue of Ecology and Systematics,* 33: 125-159.

Wright I.J., Reich P.B., Cornelissen J.H.C., Falster D.S., Garnier E., Hikosaka K., Lamont K.B.B., Lee W., Oleksyn J., Osada N., Poorter H., Villar R., Warton D. I., Westoby M. (2005). Assessing the generality of global leaf traits relationships. *New Phytologist,* 166: 485-496.