Réponse agro-morphologique de 14 génotypes de sorgho grains sucrés du Burkina Faso à la fertilisation minérale.

TIENDREBEOGO Josiane*, SAWADOGO Nerbéwendé¹, KIENDREBEOGO Timbilfou², KIEBRE Zakaria¹, SAWADOGO Boureima¹, KIEBRE Mariam¹, ZERBO Afoussatou¹, NANEMA Kiswendsida. Romaric¹ et SAWADOGO Mahamadou¹.

¹ Université Joseph KI-ZERBO, Ecole Doctorale Sciences et Technologie, Laboratoire Biosciences, Equipe Génétique et Amélioration des Plantes, 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso.

² Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole (INERA), Station de Recherche de Farako-Bâ, BP 910 Bobo Dioulasso, Burkina Faso.

*Auteur correspondant Email : josi_tiendre@yahoo.fr , Tel : (00226) 72705686/ 00226 66961030

Original submitted in on 5th November 2019. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st January 2020
<https://doi.org/10.35759/JABs.145.4>

RESUME

Le sorgho grains sucrés est une culture produite essentiellement pour ses grains sucrés et riches en oligoéléments consommés au stade grains pâteux.

Objectif: L'étude vise à déterminer l'effet de la fertilisation minérale (NPK) sur l'expression des paramètres agro-morphologiques du sorgho grains sucrés [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

Méthodologie et résultats: L'essai a été réalisé en saison pluvieuse selon un dispositif en split plot avec trois répétitions. Quatorze génotypes de sorgho grains sucrés ont été soumis à trois niveaux de fertilisation à savoir 100 kg NPK/ha (TR); 125 kg NPK/ha (T1) et 150 kg NPK/ha (T2). Au total, neuf variables quantitatives relatives à la phénologie de la plante, au tallage et aux rendements grains et paille ont été mesurées. Les résultats ont révélé que seule la teneur en matière sèche de la paille (TMS) a présenté une différence significative ($p < 0.05$) en fonction du facteur traitement. La dose TR (100 kg NPK/ha) a été optimale pour la production en grains et en paille du sorgho grains sucrés. Les rendements à l'hectare pour l'ensemble des trois traitements ont varié respectivement de 3397,092 kg (MTC2) à 8969,937 kg (SBR7) pour le grain et de 4154,948 kg (MTC2) à 12683,594 kg (SBR7) pour la paille.

Conclusion et applications : Il ressort de cette étude que le niveau de fertilisation a eu très peu d'influence sur la plupart des paramètres agro-morphologiques de la plante. La dose de 100 kg NPK/ha est une dose optimale pour la production de cette culture. Cela permet d'orienter le producteur en matière de fertilisation et sur le choix des génotypes de sorgho grains sucrés à double usage (grains et fourrage).

Mots clés: Sorgho grains sucrés, génotypes, NPK, diversité, Burkina Faso.

Agromorphological response of 14 genotypes of sweet grain sorghum from Burkina Faso to mineral fertilization

ABSTRACT

Sweet grain sorghum is a crop produced mainly for its sweet grains and rich in trace elements consumed in the pasty grains stage.

Objective: The study aims to determine the effect of mineral fertilization (NPK) on the expression of agromorphological parameters of sorghum sweet grains [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

Methodology and results: The experiment was carried out in the rainy season according to a split plot design with three repetitions. Fourteen sweet grain sorghum genotypes were submitted to three levels of fertilization, defined as 100 kg NPK/ha (TR); 125 kg NPK/ha (T1) and 150 kg NPK/ha (T2). A total of nine quantitative variables related to plant phenology, tillering and grain and straw yields were measured. The results revealed that only the dry matter content of straw (TMS) showed a significant difference ($p < 0.05$) depending on the treatment factor. The TR dose (100 kg NPK/ha) was optimal for grain and straw production of sweet grain sorghum. Yields per hectare for all treatments varied from 3397.092 kg (MTC2) to 8969.937 kg (SBR7) and from 4154.948 kg (MTC2) to 12683.594 kg (SBR7) respectively for grain and straw. This study shows that the level of fertilization has had very little influence on most of the agromorphological parameters of the plant. The 100 kg NPK/ha dose is an optimal dose for the production of this crop. This allows to guide the producer in fertilization and the choice of sweet grain sorghum genotypes for dual-use (grains and feed).

Key words: Sweet grain sorghum, genotypes, NPK, diversity, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Dans les pays sahéliens, notamment le Niger, le Mali, le Sénégal et le Burkina Faso, les céréales constituent la base de l'alimentation des populations (FAO, 2017). Parmi ces céréales, le sorgho, classé 3^{ème} en terme de production grains, constitue l'aliment de base de millions de personnes (Gueye *et al.*, 2016) et un excellent fourrage pour les animaux. Cependant, sa culture fait face à d'énormes contraintes inhérentes à l'agriculture des zones Soudano-Sahéliennes d'Afrique, à savoir les variabilités inter et intra-annuelles de la pluviométrie (Hansen, 2002), accentuées par les effets du changement climatique (Slingo *et al.*, 2005) et la faible fertilité des sols (Vanlauwe *et al.*, 2010). Du fait de la forte pression démographique, les jachères de longue durée sont moins pratiquées (Zeinabou *et al.*, 2014). Ainsi, la culture continue couplée à l'exportation des nutriments par des cultures exigeantes (coton et maïs) sur des sols pauvres, sont des facteurs qui maximisent les risques de baisse de la fertilité des sols, avec comme corollaires la baisse des rendements agricoles et plus globalement la fragilisation de la sécurité alimentaire (Segda *et al.*, 2001; Coulibaly *et al.*, 2012; IIFA, 2014). Au Burkina Faso, ces contraintes se traduisent par une baisse du taux de la matière organique (< 1 % pour 60 % des sols), une désaturation du complexe absorbant et une acidification des sols (Koulibaly, 2014). Au Burkina Faso, le sorgho

grains sucrés est en effet cultivé pour ses grains pâteux sucrés riches en fructose consommés dans l'alimentation humaine (Sawadogo *et al.*, 2018), son fourrage utilisé dans l'alimentation du bétail. La plupart des études antérieures menées sur le sorgho grains sucrés du Burkina Faso se sont surtout intéressées à sa variabilité agro-morphologique (Nebié *et al.*, 2012, Sawadogo *et al.*, 2014a, Sawadogo *et al.*, 2014b, Tiendrébéogo *et al.*, 2018), à sa diversité génétique à l'aide des marqueurs moléculaires (Sawadogo *et al.*, 2017) et à la composition glucidique des grains (Sawadogo *et al.*, 2017). Cependant, aucune étude n'avait abordé la réponse du sorgho grains sucrés à la fertilisation. Pourtant, les apports en nutriments pourraient constituer une alternative à l'appauvrissement des sols pour augmenter la productivité des cultures et répondre à une demande alimentaire sans cesse croissante. La présente étude vise donc (i) à déterminer l'effet des fertilisants sur les paramètres morphologiques et les performances agronomiques du sorgho et (ii) à identifier la dose optimale de fertilisant pour maximiser les corrélativement les rendements grains et paille.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal : Quatorze génotypes de sorghos grains sucrés du germoplasme du laboratoire Biosciences de l'Université Joseph KI-ZERBO ont servi à l'étude. Ils ont été sélectionnés en raison de leurs bonnes performances agronomiques à savoir le diamètre moyen des tiges (2,709 cm), poids moyen des panicules (161,056 g) et poids grains moyen des panicules (134,036 g) élevés et nombre de talles utiles moyen par pieds important (2,348) (Tiendrébéogo, 2018).

Site expérimental : L'expérimentation a été menée en saison pluvieuse, lors de la campagne agricole 2015-2016 dans la station expérimentale de l'Institut du Développement Rural située à Gampèla de coordonnées géographiques 12°1' de longitude Ouest

et 12°24' de latitude Nord. Les sols du site ont une texture à dominance limono-sableux et de faible fertilité physico-chimique (Kiébré, 2016). En effet, l'analyse du sol réalisée par le BUNASOL (Bureau National des sols) montre que le pH de l'eau du sol est acide (5,26-5,64), les taux d'azote (0,046-0,071 %), de phosphore assimilable (9,71-10,91 ppm) et de matière organique (0,957-1,646 %) faibles. Le climat est de type Nord soudanien. En 2016, la température moyenne mensuelle a oscillée entre 25° C et 33,3° C et la station a bénéficié de 335,3 mm de pluies. La figure 1 présente l'évolution de la pluviométrie au cours de l'année d'étude.

Figure 1 : Diagramme des précipitations du site expérimental de Gampèla en 2016.

Dispositif expérimental : Le dispositif expérimental est un split-plot constitué de trois répétitions. La distance entre les répétitions est de 2 m. Chaque répétition est subdivisée en carrés de rendement ou parcelle élémentaire de 1,6 m x 1,6 m distants de 1 m et chaque carré de rendement représente un génotype. Le semis a été réalisé sur trois lignes de 1,6 m comportant chacune cinq poquets avec des interlignes et des écartements respectifs de 0,8 m et 0,4 m.

Techniques culturales : L'essai a été conduit entre juillet et novembre 2016. La parcelle a été préalablement labourée au tracteur et nivelée à la daba. Quinze jours après semis, un démariage à un plant par poquet a été effectué. Deux types de fertilisants minéraux ont été utilisés à savoir le NPK

(10-20-20) à la dose de 100 kg/ha utilisée comme témoin de référence, 125 kg/ha, 150 kg/ha et l'urée perlée (46% N) à la dose de 50 kg/ha pour chaque traitement. Le NPK a été apporté sous forme fractionnée respectivement à 14 JAS (jours après semis), 33 JAS et 62 JAS. Le dernier apport de NPK a été combiné avec l'apport d'urée. Un buttage a été ensuite réalisé pour recouvrir l'engrais, protéger les plants contre la verse et maintenir l'humidité du sol.

Collecte des données et analyses statistiques : Au total neuf variables quantitatives ont été notées. Ces variables sont relatives au nombre de jours 50% floraison (**50%NJF**), au nombre de talles utiles (**NTU**), à la hauteur de la plante (**HPL**), au diamètre de la tige principale (**DTP**), au poids de la panicule principale

(PPA) et au poids des grains de la panicule principale après égrainage manuel (GPA). Ces paramètres ont été mesurés sur trois plants choisis aléatoirement au stade grains pâteux dans chaque carré de rendement pâteux à l'exception du cycle 50% floraison. Les paramètres teneur en matière sèche de la paille (TMS), rendement grains à l'hectare (RGR) et rendement paille à l'hectare (RPA) ont été calculés pour tout le carré selon les formules ci-après :

Densité (pieds) = $(10000 \text{ m}^2 \times 15) / 2,56 \text{ m}^2$

RGR (kg/ha) = Poids grains du carré x Densité

RPA (kg/ha) = $(\text{BMS} \times 10000 \text{ m}^2) / 2,56 \text{ m}^2$

RESULTATS

Variation des performances moyennes des génotypes pour chaque niveau de fertilisation minérale : L'analyse des performances moyennes en fonction de chaque niveau de fertilisation minérale montre une très faible différenciation entre les 14 génotypes étudiés. A la dose de 100 kg/ha de NPK (Tableau 1), seulement deux des neuf variables étudiées, à savoir le nombre de talles utiles (NTU) et la hauteur de la plante (HPL) discriminent significativement les génotypes au seuil de 5 %. La hauteur de la plante a varié de 2,159 m pour le génotype MTC2 à 3,213 m pour le génotype GBI4 et le nombre de talles utiles de 3 (SPI2) à 13 (KBA1 et YOH3). Pour le traitement T1, dose de 125 kg/ha de NPK (Tableau 2), seules trois variables à savoir la hauteur de la plante (HPL), le poids de la panicule

TMS (%) = $((\text{BMS}) / (\text{BMF})) \times 100$ (**BMF** : biomasse fraîche de la paille, **BMS** : biomasse sèche de la paille) Afin de mettre en évidence les variations entre les génotypes au sein d'une même dose et les variations de comportement d'un même génotype entre les trois niveaux de fertilisation, des analyses de variance à deux facteurs (fertilisant, génotype) en intégrant le test de séparation des moyennes de Newman-Keuls ont été effectuées à l'aide du logiciel XLSTAT Pro. 2016 en considérant les facteurs génotype et traitement NPK. Les relations entre les caractères ont été déterminées à l'aide du test de corrélation de Pearson.

principale (PPA) et le poids grains de la panicule principale (GPA) discriminent les génotypes au seuil 5 %. La hauteur de la plante a varié de 2,12 m (MTC2) à 2,99 m (GBI4) et le poids de la panicule principale de 117,33 g (MTC2) à 200,66 g (KBA1). Pour le poids grains de la panicule principale, il a oscillé de 88,03 g à 171,62 g respectivement pour les génotypes MTC2 et KBA1. Quant à la dose de 150 kg/ha de NPK, traitement T2 (Tableau 3), une différence significative entre les performances des génotypes est observée au niveau de deux variables, la hauteur de la plante et le diamètre de la tige principale. Les valeurs extrêmes ont été respectivement de 2,17 m (MTC2) et 3,03 m (GBI4) pour la hauteur et de 1,88 cm (MTC2) et 2,66 cm (YOU) pour le diamètre de la tige principale.

Tableau 1 : Performances moyennes des 14 génotypes pour le traitement TR à 100 kg NPK/ha

Génot.	50%NJF jours	NTU	HPL M	DTP cm	PPA G	GPA G	TMS %	RGR/ha kg	RPA/ha Kg
BKB1	78,67a	9,67a	2,77b	2,78a	165,24a	135,61a	42,17a	7449,12a	11309,90a
SBR7	78,33a	12,00a	2,74b	3,62a	148,45a	125,43a	53,94a	8279,84a	12683,59a
KBA1	81,00a	13,33a	2,75b	2,60a	165,96a	138,12a	47,03a	7424,38a	11139,32a
PBO5	79,00a	11,67a	2,67b	2,56a	134,93a	108,50a	48,59a	7442,61a	11223,96a
YOH3	77,33a	13,33a	2,81b	2,45a	130,97a	107,84a	53,40a	7061,11a	12161,46a
SBR1	80,00a	9,67a	2,57b	2,72a	160,31a	121,22a	42,22a	6704,34a	10742,19a
SPI2	82,33a	3,00a	2,80b	2,83a	189,52a	156,29a	39,28a	6029,09a	7852,87a
GBI4	79,67a	5,33a	3,21a	2,51a	190,33a	141,53a	43,12a	6385,34a	10048,18a
MBO7	80,00a	8,33a	2,53b	2,55a	160,22a	127,29a	47,37a	4365,83a	4881,51a
YOU5	76,67a	12,00a	2,59b	2,34a	123,81a	98,07a	45,49a	5969,98a	8716,15a
PGO3	80,67a	4,67a	2,56b	2,64a	154,59a	113,71a	39,97a	5563,73a	7843,75a
BKO1	80,67a	5,67a	2,59b	2,20a	137,63a	110,02a	39,24a	5390,56a	6009,12a
BZI1	82,00a	6,33a	2,49b	2,19a	112,00a	88,34a	39,76a	4837,18a	7011,72a
MTC2	78,33a	4,33a	2,16c	2,30a	105,28a	79,36a	42,10a	3964,79a	6437,50a
Moy.	79,62a	9a	2,66a	2,59a	148,52a	117,95a	44,55a	6204,85a	9147,23a
Pr > F	0,065	0,018	0,000	0,425	0,062	0,083	0,866	0,126	0,087
Signif.	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Moy. : Moyenne, 50 % NJF : nombre de jour 50 % floraison, NTU : nombre de tiges utiles, HPL : hauteur de la plante, PPA: poids de la panicule principale, GPA : poids grains de la panicule principale, , RGR rendement grain à l'hectare, RPA : rendement paille à l'hectare, TMS : teneur en matière sèche de la paille, Pr : probabilité du F de Fischer, a, b, c : les valeurs suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes, * : différence significative à 5 %, ** : différence hautement significative à 5%, *** : différence très hautement significative à 5%, ns : différence non significative.

Tableau 2 : Performances moyennes des 14 génotypes pour le traitement T1 à 125kg NPK/ha

Génot.	50%NJF jours	NTU	HPL M	DTP cm	PPA G	GPA G	TMS %	RGR/ha kg	RPA/ha kg
KBA1	81,67a	7,67a	2,73a	2,63a	200,66a	171,62a	40,67a	8300,68a	10000,00a
SPI2	81,33a	7,67a	2,79a	2,60a	191,11ab	161,48ab	43,99a	6839,76a	11165,37a
YOH3	81,00a	11,00a	2,73a	2,39a	151,98abc	126,63abcd	42,43a	7469,96a	10786,46a
BZI1	79,33a	10,67a	2,78a	2,29a	171,01abc	143,77abc	37,34a	8130,10a	9470,05a
PGO3	80,67a	8,00a	2,55ab	2,73a	161,27abc	125,74abcd	42,30a	6955,64a	9250,00a
SBR7	80,67a	8,00a	2,82a	2,42a	159,32abc	133,01abcd	38,49a	6413,98a	8752,60a
GBI4	82,00a	7,33a	2,99a	2,29a	159,17abc	126,57abcd	38,89a	7081,94a	10270,8a
SBR1	82,33a	4,00a	2,43ab	2,60a	192,58ab	149,03abc	36,73a	6482,99a	8434,90a
BKB1	80,00a	5,33a	2,72a	2,53a	168,71abc	140,09abc	31,86a	5755,14a	6739,58a

BKO1	80,67a	6,67a	2,45ab	2,61a	141,16abc	109,78bcd	49,75a	6338,46a	8654,95a
YOU5	80,67a	9,00a	2,55ab	2,32a	156,04abc	133,12abcd	39,50a	6665,28a	7460,94a
PBO5	82,00a	5,00a	2,56ab	2,51a	134,40bc	103,68cd	44,16a	4611,92a	6548,18a
MBO7	80,00a	9,67a	2,74a	2,33a	153,47abc	127,02abcd	33,18a	4899,68a	5641,93a
MTC2	78,33a	2,33a	2,12b	2,25a	117,33c	88,03d	37,80a	3415,32a	4154,95a
Moy.	80,76a	8a	2,64a	2,46a	161,30a	131,40a	39,79b	6382,92a	8380,77a
Pr > F	0,813	0,569	0,002	0,087	0,002	0,001	0,346	0,606	0,526
Signif.	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non

Moy. : Moyenne, 50 % NJF : nombre de jour 50 % floraison, NTU : nombre de talles utiles, HPL : hauteur de la plante, PPA : poids de la panicule principale, GPA : poids grains de la panicule principale, RGR rendement grain à l'hectare, RPA : rendement paille à l'hectare, TMS : teneur en matière sèche de la paille, Pr : probabilité du F de Fischer, a, b, c : les valeurs suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes, * : différence significative à 5 %, ** : différence hautement significative à 5 %, *** : très hautement significative à 5 %, ns : différence non significative.

Tableau 3 : Performances moyennes des 14 géotypes pour le traitement T2 à 150kg NPK/ha

Génot.	50%NJF jours	NTU	HPL M	DTP Cm	PPA G	GPA G	TMS %	RGR/ha kg	RPA/ha kg
PBO5	80,33a	9a	2,79abc	2,60a	179,91a	148,31a	41,79a	8455,62a	10522,14a
KBA1	80,00a	11a	2,63abc	2,47a	173,10a	143,53a	47,07a	7490,79a	10683,59a
SBR7	78,67a	13a	2,78abc	2,50a	159,17a	126,57a	37,66a	8969,94a	10359,38a
GBI4	80,33a	9a	3,03a	2,45a	152,96a	117,98a	49,72a	6851,48a	12515,63a
BKB1	80,67a	5a	2,68abc	2,48a	164,31a	134,69a	45,41a	6696,53a	9037,76a
SPI2	80,00a	8a	2,93ab	2,51a	165,11a	141,14a	35,24a	7943,91a	9424,48a
SBR1	79,00a	7a	2,65abc	2,36a	159,46a	130,02a	43,65a	6679,60a	10563,80a
YOU5	79,00a	11a	2,44cd	2,66a	164,61a	134,90a	38,65a	5981,69a	7559,90a
PGO3	82,67a	4a	2,54bc	2,58a	178,62a	140,46a	36,62a	5005,14a	6662,76a
BZI1	79,67a	9a	2,71abc	2,24a	158,10a	132,93a	34,21a	7012,93a	8282,55a
MBO7	81,33a	8a	2,72abc	2,46a	156,29a	128,81a	40,75a	5368,94a	6632,81a
BKO1	80,00a	8a	2,51bc	2,28a	153,67a	123,40a	46,43a	5542,90a	8854,17a
YOH3	83,67a	4a	2,57abc	2,22a	143,41a	113,16a	39,40a	3699,17a	6037,76a
MTC2	81,00a	6a	2,17d	1,88b	107,36a	86,46a	36,40a	3397,09a	4888,02a
Moy.	80,45a	8a	2,65a	2,41a	158,29a	128,74a	40,93ab	6363,98a	8716,05a
Pr > F	0,264	0,485	0,000	0,005	0,220	0,226	0,287	0,105	0,245
Signif.	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non

Moy. :Moyenne, 50 % NJF : nombre de jour 50 % floraison, NTU : nombre de talles utiles, HPL : hauteur de la plante, PPA : poids de la panicule principale, GPA : poids grains de la panicule principale, RGR rendement grain à l'hectare, RPA : rendement paille à l'hectare, TMS : teneur en matière sèche de la paille, Pr : probabilité du F de Fischer, a, b, c : les valeurs suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes, * : différence significative à 5 %, ** : différence hautement significative à 5 %, *** : différence très hautement significative à 5 %, ns : différence non significative.

Effet de la fertilisation sur les paramètres agromorphologiques : La comparaison des moyennes inter-traitements a révélé qu'à l'exception de la teneur en matière sèche de la paille (figure 2) qui a

présenté une différence significative au seuil de 5%, l'effet dose de NPK n'a pas influencé les autres paramètres agromorphologiques (Tableau 4).

Tableau 4 : Comportement des génotypes en fonction des trois niveaux de fertilisation

Trt	50%NJF (jr)	NTU	HPL m	DTP cm	PPA g	GPA g	TMS %	RGR/ha Kg	RPA/ha kg
T1	80,76a	8a	2,64a	2,46a	161,30a	131,40a	39,79 _b	6382,92a	8380,77a
TR	79,62a	9a	2,66a	2,59a	148,52a	117,95a	44,55 _a	6204,85a	9147,23a
T2	80,45a	8a	2,65a	2,41a	158,29a	128,74a	40,93 _{ab}	6363,98a	8716,05a
Pr>F	0,1	0,65	0,97	0,15	0,30	0,18	0,03	0,94	0,67
Signif.	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non

Trt : traitement; 50 % NJF : nombre de jour 50 % floraison, NTU : nombre de talles utiles, HPL : hauteur de la plante, PPA: poids de la panicule principale, GPA :poids grains de la panicule principale, RGR rendement grain à l'hectare, RPA : rendement paille à l'hectare, TMS : teneur en matière sèche de la paille, Pr : probabilité du F de Fischer, a, b, c : les valeurs suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes, * : différence significative à 5 %, ** : différence hautement significative à 5 %, *** : différence très hautement significative , ns :différence non significative.

Figure 2 : Effet de la fertilisation minérale (NPK) sur la teneur en matière sèche de la paille du sorgho grains sucrés.

Effet de la fertilisation minérale sur les performances de chaque génotype : La performance des génotypes a varié en fonction des traitements (figure 3). Ainsi, pour le nombre de talles utiles (figure 3-a), les génotypes KBA1 et YOH3 ont présenté un nombre de talles élevé (13,33) à la dose de 100 kg NPK/ha et le génotype MTC2 le plus petit nombre (2,12) à la dose de 125 kg NPK/ha. Pour la hauteur de la plante, tous les génotypes se sont bien exprimés dans le traitement TR (100 kg NPK/ha). La plus grande taille (3,21 m) a été enregistrée à la dose TR avec le

génotype GBI4 et la plus petite (2,12 m) à T1 avec le génotype MTC2 (Figure 3-b). En ce qui concerne le poids de la panicule principale (PPA) et le poids grains de la panicule principale (GPA), KBA1 a présenté les plus fortes valeurs de 200,66 g (figure 3-c) et de 171,62 g (figure 3-d), au traitement T1 (125 kg NPK/ha) et le génotype MTC2 a les plus faibles valeurs de 105,28 g et 79,36 g pour l'ensemble des traitements. Pour le rendement à l'hectare, le génotype SBR7 a présenté le meilleur rendement grains avec 8279,84 kg/ha (figure 3-e) et le meilleur rendement paille avec 12683,59 kg

(figure 3-f) respectivement à 125 et 100 kg NPK/ha. Le génotype GBI4 a également un bon rendement paille (12515,63 kg/ha) à la dose de 125 kg NPK/ha. Par contre, les plus faibles rendements grains et paille ont été obtenus par le génotype MTC2 avec des valeurs respectives de 3397,09 kg/ha et 4154,95 kg/ha. Malgré cette faible variabilité au sein des génotypes dans chaque traitement, les génotypes BKB1, SBR7, KBA1, PBO5, YOH3, SBR1 et GBI4 ont présenté des rendements grains et paille supérieurs à la moyenne du traitement soit 6204,85 kg/ha pour le grain et 9147,23

kg/ha pour la paille à la dose TR. A T1, neuf (9) génotypes à savoir SBR7, KBA1, PGO3, YOH3, SBR1, GBI4, BZI1, SPI2 et YOU5 ont montré des rendements supérieurs aux rendements moyens en grains et en paille du traitement respectivement égal à 6382,92 kg/ha et 8380,77 kg/ha. La dernière dose T2, a par contre montré que SBR7, KBA1, PBO5, SBR1, GBI4, BZI1, SPI2 et BKB1 affichent des rendements grains et paille plus importants que le rendement moyen en grains (6363,98 kg/ha) et en paille (8716,05 kg/ha) du traitement.

Figure 3 : Variation de quelques paramètres agro-morphologiques en fonction des génotypes

a : nombre de talles utiles, b : hauteur de la plante, c : poids de la panicule principale, d : poids grains de la panicule principale, e : rendement grain à l'hectare, f : rendement paille à l'hectare).

TR (100 kg NPK/ha), T1 (125 kg NPK/ha) et T2 (150 kg NPK/ha)

Relations entre les caractères étudiés : La matrice de corrélation (Tableau 5) indique plusieurs corrélations significatives, fortes et positives. Ainsi, la corrélation est positive entre le poids grains de la panicule principale (GPA) et chacune des variables, hauteur de la plante (HPL), diamètre de la tige principale (DTP), poids de la panicule principale (PPA). Des corrélations positives sont également observées entre le nombre de talles utiles (NTU) et chacun des paramètres rendement

grains (RGR) et rendement paille (RPA) et entre les rendements grains (RGR) et le rendement paille (RPA) à ($r = 0,84$). Il en est de même pour le poids de la panicule principale (PPA) et le poids des grains de la panicule principale (GPA) ($r = 0,970$).

Tableau 5 : Matrice de corrélation entre les caractères étudiés

Variables	50%NJF	NTU	HPL	DTP	GPA	TMS	RGR/ha
NTU	-0,56***						
HPL	0,03	0,29					
DTP	-0,11	0,20	0,26				
PPA	0,32*	-0,04	0,55***	0,42**			
GPA	0,28	0,07	0,56**	0,40**	0,97***		
TMS	-0,31*	0,39*	0,12	0,40**	-0,15	-0,15	
RGR/ha	-0,22	0,61***	0,63***	0,46**	0,53***	0,59***	0,23
RPA/ha	-0,26	0,60***	0,62***	0,48**	0,36*	0,38*	0,55***
							0,84***

*: Différence significative à 5 %, ** : différence significative à 1 %, *** : hautement significative, ns : différence non significative

DISCUSSION

La faible variabilité observée entre les 14 génotypes à l'intérieur d'un même traitement pourrait s'expliquer par la proximité génétique des génotypes utilisés, leur permettant ainsi de s'adapter de la même façon aux conditions physico-chimiques du milieu. Ces résultats diffèrent de ceux de Nebié *et al.*, (2012), Sawadogo *et al.*, (2014a), Sawadogo *et al.*, (2014b) et Tiendrebeogo *et al.* (2018) sur respectivement des sorghos grains sucrés du Centre Nord, du Nord du Burkina et d'une collection nationale. En effet, les 14 génotypes sont issus de la collection nationale constituée des accessions de toutes les zones agro-climatiques du pays. Ils ont été sélectionnés sur la base de leur performance agro-morphologique et de leur productivité en grains et en fourrage élevées (Tiendrebeogo *et al.*, 2018). Les rendements grains potentiels à l'hectare de 8279,84 kg/ha obtenus pour le meilleur génotype (SBR7) et 3964,79 kg/ha pour le moins productif (MTC2) à la dose de 100 kg NPK/ha sont largement supérieurs au rendement actuel du sorgho grains au Burkina qui est de 875 kg/ha pour le sorgho blanc et 1104 kg/ha pour le sorgho rouge (DGESS/MAAH, 2017). Cette grande différence se justifierait par le fait que dans le cas du sorgho grains sucrés, les grains ont été récoltés au stade pâteux, période pendant laquelle la teneur en eau des grains varie entre 26,72 et 52,44 % (Tiendrebeogo *et al.*, 2018). Cependant, pour le rendement paille, la valeur moyenne de 9147,23 kg/ha obtenue est très proche de celle de Kondombo, 2001 sur des lignées recombinantes de sorgho à double usage (*Sariaso 10 x pelego*) et de celle de Ndiaye *et al.*, 2018 sur des génotypes de sorgho issus de régions divers d'Afrique de l'Ouest et Centrale, reconnus pour leurs performances agronomiques. Les sorghos grains sucrés présenteraient donc des possibilités de production à double usage (production en grains et en fourrage). Cela est confirmée par l'existence d'une forte corrélation positive entre le rendement grains (RGR/ha)

et le rendement paille (RPA/ha). De plus, la forte corrélation positive entre le rendement grains (RGR/ha) et le nombre de talles suggère que l'augmentation du nombre de talles entraînerait une augmentation du nombre de panicules récoltées influençant ainsi le rendement. Des résultats similaires ont été rapportés par Chahredine et Benderradji (2019) sur des variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) en Algérie. En outre, cette possibilité de sélection du sorgho grains sucrés pour un usage mixte est également traduite par les corrélations positives entre les paramètres de développement végétatif de la plante que sont la hauteur de la plante (HPL), le diamètre de la tige principale (DTP) et les composantes du rendement telles que le poids grains de la panicule principale (GPA), le poids de la panicule principale (PPA). Des résultats similaires ont été observés par Innes et Bakwell (1981) et Gate *et al.* (1993) sur le blé. Selon ces auteurs, il y aurait une meilleure remobilisation possible des assimilats de la tige vers les grains permettant ainsi aux grains d'avoir de meilleurs poids. Par ailleurs, les valeurs moyennes du nombre de talles utiles (NTU), du diamètre de la tige principale (DTP) et du poids grains de la panicule principale GPA) à la dose de 100 kg NPK/ha sont élevées comparativement à celles de Sawadogo (2015) sur des accessions de sorghos grains sucrés. Ces différences pourraient être attribuées au fait que ce sont les meilleurs génotypes qui ont été retenus pour la présente étude. En effet, les critères de sélection des génotypes ont pris en compte ces différents paramètres qui contribuent énormément à la hausse du rendement grains et fourrage. L'effet significatif de la variation de la dose d'engrais sur uniquement la teneur en matière sèche de la paille (TMS) pourrait s'expliquer par le fait qu'il y a une dose optimale pour laquelle il y a une bonne accumulation des éléments minéraux par la plante qui se traduit par un bon développement végétatif et la

production d'une biomasse considérable. En effet, Cattan *et al.*, (2001) chez le maïs et Bekalu *et al.* (2016) sur le blé ont indiqué que ces cultures possèderaient un optimum de fertilisation azotée qui rehausse considérablement le rendement en biomasse. De ce fait, une dose qui dépasse l'optimum contribue à baisser ce rendement. Ainsi, chez le blé l'engrais azoté à la dose de 69 kg/ha contribue à une augmentation de la biomasse du blé de 21,1 % à 24,3 % contrairement à la dose de 23 kg/ha et celle de 92 kg/ha. Une faible influence des facteurs environnementaux sur l'expression des performances d'accessions de sorgho pluvial du Camérout a également été signalée (Danbe *et al.*, 2018). L'absence d'effet significatif de la variation de la dose de NPK sur la plupart des caractères pourrait s'expliquer par le fait que la dose minimale administrée de 100 kg NPK/ha est optimale pour

l'expression maximale de ces paramètres. Elle aurait été suffisante pour couvrir les besoins minéraux de la culture. Cette dose de 100 Kg NPK/ha recommandée pour la production du sorgho grains pourrait également être retenue pour la production du sorgho grains sucrés double usage. L'absence de l'effet fertilisation minérale sur la variable phénologique (nombre de jours 50 % NJF) est similaire à celle obtenue par Hani (2000) sur quatre cultivars de sorgho fourrager du Soudan. Ceci pourrait être attribué au fait que la floraison est un caractère génotypique. En effet, Sawadogo (2015) avait rapporté une héritabilité au sens large (H^2) élevé de l'ordre de 86,05 % pour ce caractère sur un échantillon de 97 accessions de sorghos grains sucrés. Ce caractère serait beaucoup plus influencé par le génotype que l'environnement.

CONCLUSION

L'étude a mis en évidence les performances de production des 14 génotypes de sorgho grains sucrés en fonction du niveau de fertilisation minérale NPK. Des neuf variables étudiées, seule la teneur en matière sèche (TMS) a été significativement influencée par l'effet traitement. Dans l'optique de concilier forte productivité, faible consommation d'intrants et réduction des coûts liés à la production, le traitement TR (100 kg de NPK/ha) pourrait être recommandé comme dose optimale pour les itinéraires techniques de la production

de sorgho grains sucrés et les cinq génotypes KBA1, GBI4, BKB1, SBR1 et SBR7 pourraient être retenus comme parents géniteurs élités pour la création de variétés de sorgho grains sucrés à double usage. Des essais multi-locaux et des analyses chimiques des grains et de la paille pour recueillir des informations sur les qualités nutritionnelles des grains pour l'homme et de la paille pour les animaux pourraient être envisagées pour compléter les résultats de cette étude.

REMERCIEMENT

Les auteurs traduisent toute leur reconnaissance aux membres de l'Equipe Génétique et Amélioration des Plantes du Laboratoire Biosciences (Université Joseph KI-ZERBO), les étudiants (es) de Master et le

technicien pour leur appui sans faille dans la réalisation de ce travail. Nos remerciements vont également aux Fondations Rosa Luxembourg et Harald Breuer pour l'appui financier dans la réalisation de ce travail.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bekalu A. and Mamo M., 2016. Effect of the rate of n-fertilizer application on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) at Chench, Southern Ethiopia. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, pp 168-175.
- Cattan P., Letourmy P., Zagre B., Minougou A., Compaore E., 2001. Rendement de l'arachide et du sorgho en rotation sous différents itinéraires techniques au Burkina Faso. *Cahiers Agricultures* pp 159-172.
- Chahredine Sadek et Benderradji Laid, 2019. Evaluation du progrès génétique de quinze (15) variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) cultivées en Algérie. *Agric. For. J.* Vol. 3, No.1, pp. 15-22. E-ISSN 2602-5795.
- Coulibaly K., Vall E., Autfray P., Sedogo P.M., 2012. Performance technico-économique des associations maïs/niébé et maïs/mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso : potentiels et contraintes, *Tropicultura*, 30 (3) : 147-154.
- Danbe N., Yakouba O., Sobda G., Basga S.D., Lendzemo V., Kaouvon P., Dickmi Vailam C., Suh C., Djonnewa A., Youri A., Kaboui A. (2018). Caractérisation de la diversité phénotypique et génotypique du Sorgho pluvial dans la zone soudano-sahélienne du

- Camérout. Journal of Applied Biosciences. 129 :12973-12981. ISSN 1997-5902.
- DGESS/MAAH, 2017. Base de données campagne agricole de référence 2015-2016. Février 2017.
- FAOSTAT, 2017. <http://www.faostat.fao.org> consulté le 10/06/2019.
- Gate P., Cazabionca H., Deleen C., 1993. Interprétation des corrélations entre rendement et composition isotopique du carbone des grains. Diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier (France). 15-17. Dec. 1992. Ed. INRA, Paris. 64:61-73.
- Gueye T., Sine B., Cisse N., Diatta C., Ndiaye S., 2016. Characterization of Phenotypic Diversity of Sorghum Collection for Developing Breeding Material. Int. J. Sci.5, 38–48. <https://doi.org/10.18483/ijSci.931>.
- Hani Ahmed Mohamed El Telib, 2000. Effect of time of nitrogen application on growth, yield and quality of forage sorghum cultivars. Master of Science (M. Sc.), University of Khartoum, pp. 66.
- Hansen J.W., 2002. Realizing the potential benefits of climate prediction to agriculture: issues, approaches, challenges. Agric. Syst. 74, 309-330. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00043-4](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00043-4).
- IIFA, 2014. La fertilisation et les sols : les experts en parlent. International Fertilizer Industry Association, 28 rue Marbeuf, 75008, Paris, France. 8 p.
- Innes T. M. T., Blakwell R. D., 1981. The effect of drought on the water use and yield of spring wheat genotype. J. Agri. Sci. Camb. , 96: 603-610. http://www.minagri.dz/pdf/BMI/ITGC/bulletin4_decembre_2013.pdf.
- Kiébré Z., 2016. Etude De La Diversité Génétique d'une Collection De Caya Blanc (*Cleome gynandra* L.) du Burkina Faso. Thèse Unique de Doctorat, Université de Ouagadougou (Burkina Faso), 139p.
- Kondombo, 2001. Evaluation agromorphologique et fourragère de 194 lignées recombinantes de sorgho. Mémoire d'Ingénieur du développement rural. Univ. Polytechnique de Bobo., 106p.
- Koulibaly B., 2014. Situation de la fertilisation et de gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso, INERA, Communication à la 7^è réunion bilan du PR-PICA du 16 au 18 Avril 2014, Dakar. 29 p.
- Ndiaye, 2018. Performances agronomiques et stabilité de génotypes de Sorgho (*Sorghum bicolor* (L.)) au Sénégal : une étude des interactions génotypes-environnement. Journal of Applied Biosciences. 125 : 12617-12629.
- Nebié B., Gapili N., Traore R.E., Nanema K.R., Bationo-Kando P., Sawadogo M. et Zongo J.D., 2012. Diversité phénotypique des sorghos à grains sucrés du centre nord du Burkina Faso. Sciences et techniques, sciences naturelles et agronomie vol 32, N° 1 et 2.
- Sawadogo N., Nebié B., Kiébré M., Bationo-Kando P., Nanema K.R., Traoré R.E., Gapili N., Sawadogo M. et Zongo J.D., 2014a. Caractérisation agromorphologique des sorghos à grains sucrés (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Burkina Faso. Int. J. Biol. Chem. Sci. 8 (5): 2183-219, 15p.
- Sawadogo N., Nanema K.R., Bationo P., Traore R.E., Nebie B., Tiama D., Sawadogo M. et Zongo J.D., 2014b. Évaluation de la diversité génétique des sorghos à grains sucrés [*sorghum bicolor* (L.) Moench] du Nord du Burkina Faso. Journal of Applied Biosciences, 84(1), 7654-7664.
- Sawadogo N., 2015. Diversité génétique des sorghos à grains sucrés [*sorghum bicolor* (L.) Moench] du Burkina Faso. Thèse de Doct., Université de Ouagadougou, 194p.
- Sawadogo N., Ouédraogo M.H., Traoré R.E., Nanéma K.R., Kiébré Z., Bationo-Kando P., Nebié B., Sawadogo M., Zongo J.D., 2017. Effect of Agromorphological Diversity and Botanical Race on Biochemical Composition in Sweet Grains Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] of Burkina Faso. Journal of BioScience and Biotechnology 6(1) : 263-269.
- Sawadogo N, Batieno TJB, Kiébré Z., Ouédraogo M.H., Zida WPMF., Nanéma K.R., Bationo-Kando P., Traore R.E., Sawadogo M., Zongo J.D., 2018. Assessment of genetic diversity of Burkina Faso sweet grain sorghum using microsatellite markers. African Journal of Biotechnology 17(12), 389-395.
- Segda Z., Lompo F., Wopereis M. C. S. et Sedogo M. P., 2001. Amélioration de la fertilité du sol par utilisation du compost en riziculture irriguée dans la vallée du Kou au Burkina Faso. Agronomie africaine, 13 (2) : 45-58.

- Slingo J.M., Challinor A.J., Hoskins B.J., Wheeler T.R., 2005. Introduction: food crops in a changing climate. *Philos. Trans. R. Soc.* 360, 1983–1989. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1755>.
- Tiendrebeogo J., Sawadogo N., Kiebre M., Kabore B., Bationo/Kando P., Kiendrebeogo T., Ouedraogo M. H., Sawadogo M., 2018. Evaluation comparative de la production de grains et du fourrage de sorgho à grains sucrés du Burkina Faso. *SPECIAL SIST 2017 SNA2_agrono27i 11*: 36 pp. 261-271.
- Vanlauwe B., Bationo A., Chianu J., Giller K.E., Merckx R., Mokwunye U., Ohiokpehai O., Pypers P., Tabo R., Shepherd K.D., Smaling E.M.A., Woomer P.L., Sanginga N., 2010. Integrated soil fertility management: Operational definition and consequences for implementation and dissemination. *Outlook Agric.* 39, 17–24. <https://doi.org/10.5367/000000010791169998>.
- Zeinabou H., Mahamane S., Bismarck N.H., Bado B.V., Lompo F., Bationo A., 2014. Effet de la combinaison des fumures organo-minérales et de la rotation niébé-mil sur la nutrition azotée et les rendements du mil au sahel. *International Journal of Biological Chemical Sciences*, 8 (4): 1620-1632.