

Évaluation de la diversité génétique des sorghos à grains sucrés (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Nord du Burkina Faso

Nerbéwendé SAWADOGO^{1*}, Romaric K. NANEMA¹, Pauline BATIONO/KANDO¹, Renan Ernest TRAORE¹, Baloua NEBIE^{1,2}, Djakaridia TIAMA¹, Mahamadou SAWADOGO¹, Jean-Didier ZONGO¹

¹ Université de Ouagadougou, Laboratoire Biosciences, Équipe Génétique et Amélioration des plantes, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

² International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)

* Auteur correspondant, E-mail: nerbewende@yahoo.fr / alifekhaled2010@gmail.com,

Téléphone : (+226) 76 57 89 49/ (+226) 70 38 46 94

Original submitted in on 18th September 2014. Published online at www.m.elewa.org on 29th December 2014.

<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v84i1.3>

RESUME

Objectif : L'étude a pour objectif de déterminer le niveau de diversité agromorphologique des sorghos à grains sucrés du Nord du Burkina et d'estimer les paramètres génétiques de la collection en vue d'identifier les meilleures stratégies d'amélioration variétale.

Méthodologie et résultats : Les résultats de l'étude réalisée sur 37 accessions selon un dispositif blocs Fisher à trois répétitions révèlent une importante diversité morphologique structurée autour des caractères végétatifs et du rendement et une répartition des accessions en quatre groupes sur la base principalement de la hauteur de la plante et du rendement grains par plante. L'évaluation des paramètres génétiques a montré une faible différence entre les coefficients de variation phénotypique et génotypique et une héritabilité au sens large élevée pour tous les caractères. Les caractères liés au rendement ont exprimé une héritabilité au sens large et un gain génétique attendu élevé alors que les caractères végétatifs ont enregistré une héritabilité au sens large élevée et un faible gain génétique attendu. Le cycle a présenté une héritabilité au sens large élevé et un gain génétique attendu modéré.

Conclusion et application : Les 4 groupes obtenus qui sont des entités constituées de pools de gènes différents pourraient servir de géniteurs pour la création de variétés répondant aux attentes des paysans. La diversité génétique observée au sein des sorghos à grains sucrés du Nord du Burkina pourrait être exploitée dans les programmes de sélection du sorgho. Les résultats de l'évaluation des paramètres génétiques permettent d'envisager l'amélioration des sorghos à grains sucrés par une méthode de sélection directe.

Mots clés : Sorghos à grains sucrés, diversité agromorphologique, Nord du Burkina Faso

ABSTRACT

Assessment of agromorphological diversity and genetic parameters in Northern of Burkina Faso' sweet grains sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

Objective: The study was conducted to determine the level of genetic diversity of Northern of Burkina Faso' sweet grains sorghum and to estimate genetic parameters in order to identify appropriate breeding strategies for the crop improvement.

Methodology and Results: Accessions were grown according to a device in Blocks of Fisher with three replications. Results showed an important morphological diversity structured around vegetative and yield traits. Accessions were distributed into four groups based on plant height and grains yield. The difference between phenotypic and genotypic variances was lower for all characters. High broad sense heritability estimates recorded for all characters. High heritability combined with high expected genetic advance were observed for yield traits. However, high heritability and low expected genetic advance were observed for vegetative traits. The cycle presents a high broad sense heritability and moderate expected genetic advance.

Conclusion and Application: Four groups obtained are pools of various genes which could be used as broodstock for varieties development that meet expectations of farmers. The genetic diversity in Northern of Burkina' sweet grains sorghum could be exploited in sorghum breeding programs. Genetic parameters obtained suggest that improvement of sweet grains sorghum by a simple selection method is possible.

Keywords: sweet grains sorghums, agromorphological diversity, Northern of Burkina Faso

INTRODUCTION

Le sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] est la cinquième céréale dans le monde et constitue la principale culture vivrière de millions de personnes des zones tropicales semi-arides de l'Afrique et de l'Asie. Au Burkina Faso, le sorgho est la principale céréale cultivée avec une production estimée à 1,7 millions de tonnes par an (FAOSTAT 2012). Il est l'aliment de base des populations rurales.

Cependant certains types de sorghos comme les sorghos à grains sucrés ne sont pas toujours très bien valorisés. Toutes les études antérieures sur la caractérisation des ressources génétiques des sorghos au Burkina Faso ont portées principalement sur les sorghos non sucrés (Zongo, 1991, Barro/Kondombo *et al.*, 2008, Barro/Kondombo, 2010) et les sorghos à tige sucrée (Nebié, 2014).



Panicule lâche en forme de « parapluie »



Panicule lâche en forme de « nid de tourterelle »

Quelques formes de panicules lâches de sorghos à grains sucrés

Le sorgho à grains sucrés, cultivé essentiellement pour ses grains consommés à l'état grain pâteux demeure une culture marginale progressivement délaissée. Pourtant, du fait de son cycle généralement court, il constitue un aliment de subsistance pendant la période de soudure et une source de revenus monétaires pour les producteurs par la vente des panicules. La faible production du sorgho à grains sucrés au Burkina Faso serait liée entre autres au manque d'un programme national de valorisation de la culture, à la concurrence des

autres céréales et à la mauvaise qualité de ses grains pour les mets traditionnels (Nebié *et al.*, 2012). Les études de Nebié *et al.* (2012) ont mis en évidence une importante diversité génétique au sein des écotypes de sorghos à grains sucrés du Centre-nord du Burkina. L'objectif de cette étude est d'évaluer la diversité agromorphologique des sorghos à grains sucrés du Nord du Burkina et d'estimer les paramètres génétiques afin d'identifier les meilleures stratégies d'amélioration et de valorisation de cette ressource génétique.

MATERIELS ET METHODES

Site expérimental: La caractérisation agromorphologique s'est déroulée en 2010 à la station expérimentale de l'institut du développement rural à Gampèla, située à 18 km de Ouagadougou sur l'axe Ouagadougou-Niamey à 1°21' de longitude Ouest et 12° 24' de latitude Nord. Au cours de l'expérimentation, une pluviométrie cumulée de 832,7 mm a été enregistrée de juillet à octobre et les températures ont oscillé entre 23°C et 35°C.

Matériel végétal: Le matériel végétal étudié est constitué des descendants (S1) de sorghos à grains sucrés obtenus par autofécondation en 2009. La collection était constituée de 37 accessions de sorghos à grains sucrés provenant de 11 départements des provinces du Yatenga, du Passoré et du Loroum dans la région Nord du Burkina Faso (figure 1).

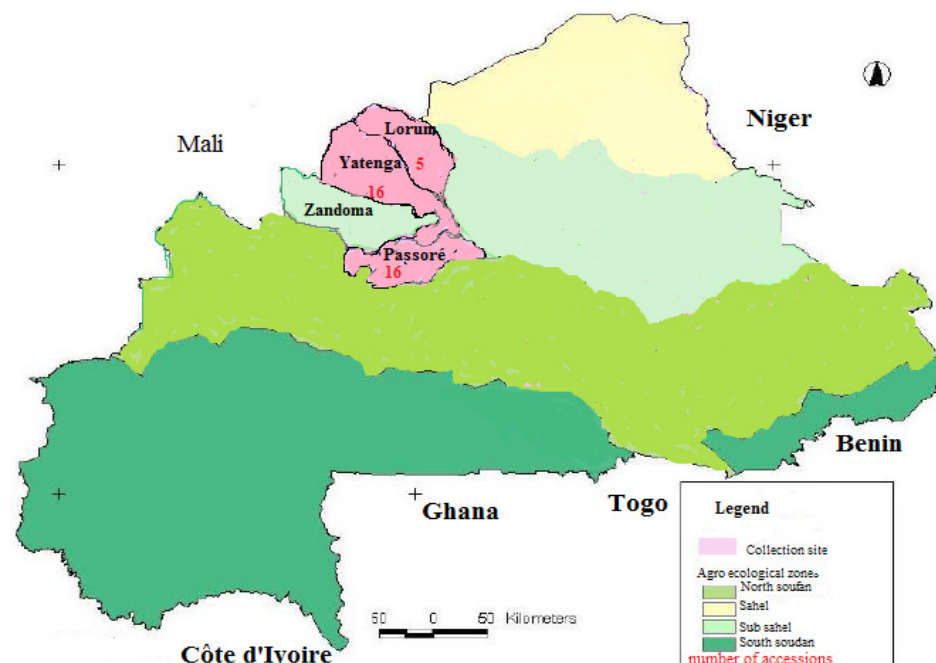


Figure 1 : Zone d'origine des accessions

Méthode

Dispositif expérimental : L'essai a été conduit suivant un dispositif en blocs complètement randomisés à trois répétitions. Dans les répétitions, chaque entrée a été semée sur une ligne de 5,6 m avec un écartement de 0,4

m entre les poquets (15 poquets par ligne) et 0,8 m entre les lignes. Un épandage d'engrais de fond NPK à la dose de 100 kg/ha et d'urée (50 kg/ha) a été respectivement apporté au labour et au stade gonflement de la panicule.

Caractères mesurés : Treize caractères quantitatifs ont été utilisés pour caractériser les accessions. A l'exception du cycle 50% floraison (NJF) observé sur toute la ligne, les autres caractères ont été mesurés sur quatre plantes choisies aléatoirement par ligne. Ces caractères sont la hauteur de la plante (HPL), le diamètre de la tige (DTI), la longueur de l'entre-nœud (LOE), le nombre des entre-nœuds (NEN), la longueur (LOF) et la largeur (LAF) de la troisième feuille sous paniculaire, la longueur du pédoncule (LPE), la longueur (LOP), la largeur (LAP) et le poids de la panicule principale (PPA), le rendement grains par plante (GPL) et le poids de cent grains (PCG)

Analyses statistiques : Les logiciels Genstat v4.10.3 et Statistica version 6 ont été utilisés pour les analyses des données collectées. Les analyses de variance ont été faites avec Genstat v4.10.3. Pour l'ensemble de ces caractères, les paramètres génétiques ont été estimés à partir des composantes de l'analyse de variance. Les variances génotypique et phénotypique (VG et VP), les coefficients de variation génotypique et phénotypique (GCV et PCV), l'héritabilité au sens large (H^2) et le gain génétique attendu (GA) ont été calculés selon les formules utilisées par Johnson *et al.* (1955), Assefa *et al.* (2001), Rex (2002), Hosseini *et al.* (2012) présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Formules des paramètres génétiques estimés

| Paramètres | Formules | Signification des termes |
|--|--|--|
| Variance génotypique (VG) Variance phénotypique (VP) Héritabilité au sens large | $VG = (MSG - MSE)/r$ $VP = VG + (MSE/r) = MSG/r$ $H^2 (\%) = (VG/VP)*100$ | MSG : carré moyen des génotypes MSE : carré moyen de l'erreur r : nombre de répétitions |
| Coefficient de variation génotypique (GCV) Coefficient de variation phénotypique (PCV) Gain génétique attendu (GA) Gain génétique attendu par rapport à la moyenne [GA (% moyenne caractère)] | $GCV (\%) = (\sqrt{VG}/X)*100$ $PCV (\%) = (\sqrt{VP}/X)*100$ $GA = H^2*\sqrt{VP}*I$ $GA (\% \text{ moyenne caractère}) = (GA/X)*100$ | \sqrt{VG} : écart-type de la variance génotypique \sqrt{VP} : écart-type de la variance phénotypique I : constante. Avec un coefficient de sélection de 5%, I est 2,06 X : moyenne du caractère |

Le logiciel Statistica version 6 a servi aux analyses multivariées (ACP et CAH). La classification ascendante hiérarchique a été réalisée selon la méthode d'agrégation de Ward à partir des moyennes des caractères quantitatifs non fortement corrélés (NJF, HPL, LPE, GPL, LAP).

RESULTATS

Variation des caractères agromorphologiques :

L'analyse de variance (tableau 2) montre que huit caractères discriminent les accessions de sorghos à grains sucrés du nord du Burkina à savoir la longueur de la feuille (LOF), la hauteur de la plante (HPL), le cycle 50 % floraison (NJF), la longueur, la largeur et le poids de la panicule principale (LOP, LAP, et PPA), le poids de cent grains (PCG) et le rendement grains par plante (GPL). Tous les caractères ont des coefficients de variation inférieurs à 30 % indiquant une faible variation entre les accessions. Les accessions fleurissent entre 55 et 78 jours après semis et ont des panicules longues de 21 à 46 cm, une hauteur moyenne de 288 cm, un rendement grains par plante moyen de 73,86 g et un poids moyen de cent grains de 2,76 g.

Structuration de la variabilité agromorphologique des sorghos à grains sucrés du nord du Burkina Faso

Diversité morphologique : L'analyse en composantes principales avec l'ensemble des caractères mesurés révèle que les 5 premières composantes expliquent 83,79

% de la variabilité totale (tableau 3) dont 36,52 % pour l'axe 1 ; 17,86 % pour l'axe 2 ; 13,05 % pour l'axe 3 ; 9,18 % pour l'axe 4 et 7,18 % pour l'axe 5. La variabilité totale est expliquée par 13 composantes principales avec des valeurs propres comprises entre 0,08 et 4,75. Le premier axe est définie par les caractères ayant trait à la panicule (PPA, LAP, LPE), à la tige (DTI, NEN) et à la largeur de la feuille (LAF). Cette composante est celle du bon développement végétatif (DTI, LAF, NEN), du rendement important (PPA, LAP) et des pédoncules courts. La deuxième composante qui est corrélée avec la longueur de l'entre-nœud (LOE), la hauteur de la plante et la longueur de la panicule est celle de la taille. Le troisième axe qui oppose le poids de cent grains au cycle semis floraison est celle de la précocité et du poids des grains. Le quatrième axe est corrélé négativement avec la longueur de la feuille alors que le cinquième axe est corrélé positivement avec le rendement grains par plante (GPL). L'axe 4 est celle de la longueur des feuilles et l'axe 5 est celle de la productivité (GPL).

Tableau 2 : Analyse de variance des 13 caractères quantitatifs

| Caractères | Minimum | Maximum | Moyenne (X) | MSG | MSE | CV (%) |
|-------------|---------|---------|---------------|----------|--------|--------|
| NJF (jours) | 55 | 78,0 | 72,25 ± 1,92 | 51,139** | 3,675 | 3,49 |
| LOF (cm) | 61,33 | 84,0 | 72,7 ± 2,01 | 17,462** | 4,041 | 2,72 |
| LAF (cm) | 6,53 | 12,13 | 9,62 ± 0,82 | 1,4744ns | 0,6787 | 8,48 |
| NEN | 8,0 | 14,67 | 11,25 ± 0,88 | 1,6195ns | 0,7663 | 7,51 |
| LOE (cm) | 19,0 | 29,67 | 23,99 ± 1,16 | 2,875ns | 1,344 | 4,88 |
| HPL (cm) | 221,7 | 331,3 | 287,7 ± 18,3 | 1088,1** | 334,9 | 6,36 |
| DTI (cm) | 1,17 | 2,23 | 1,74 ± 0,26 | 0,8846ns | 0,0663 | 14,76 |
| LOP (cm) | 21,0 | 46,33 | 29,24 ± 2,5 | 15,862* | 6,225 | 8,87 |
| LAP (cm) | 7,5 | 22,33 | 16,03 ± 2,167 | 26,04** | 4,694 | 12,89 |
| LPE (cm) | 42,33 | 83,33 | 54,58 ± 3,6 | 42,66ns | 12,96 | 6,98 |
| PPA (g) | 45,95 | 144,1 | 96,14 ± 13,87 | 936,6** | 192,3 | 14,19 |
| GPL (g) | 27,29 | 144,4 | 73,86 ± 16,62 | 1016,3** | 276,3 | 26,47 |
| PCG (g) | 2,08 | 3,69 | 2,76 ± 0,2 | 0,3589** | 0,0381 | 8,35 |

NJF : nombre de jours à 50% floraison, LOF : longueur de la 3^{ème} feuille sous paniculaire, LAF : largeur de la 3^{ème} feuille sous paniculaire, NEN : nombre d'entre-nœuds, LOE : longueur de l'entre-nœud, HPL : hauteur de la plante, DTI : diamètre de la tige principale, LOP : longueur de la panicule, LAP : largeur de la panicule, LPE : longueur du pédoncule, PPA : poids de la panicule principale, GPL : rendement grains par plante, PCG : poids de cent grains, F : coefficient de Fischer, * : différence significative à 5%, **différence significative à 1%, ns : non significatif, MSG : carré moyen du génotype, MSE : carré moyen de l'erreur, CV : coefficient de variation

Tableau 3: Valeurs propres et pourcentage de variation exprimée pour les cinq premiers axes à partir des 13 caractères quantitatifs en analyse en composantes principales.

| Composante principale | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
|-----------------------------|--------|-------|--------|--------|-------|
| Valeur propre | 4,75 | 2,32 | 1,7 | 1,19 | 0,93 |
| Variance totale (%) | 36,52 | 17,86 | 13,05 | 9,18 | 7,18 |
| Variance totale cumulée (%) | 36,52 | 54,38 | 67,43 | 76,61 | 83,79 |
| NJF (jours) | 0,09 | 0,07 | -0,89* | -0,16 | -0,09 |
| LOF (cm) | 0,26 | 0,34 | 0,13 | -0,79* | 0,26 |
| LAF (cm) | 0,91* | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,03 |
| NEN | 0,82* | 0,16 | -0,02 | 0,33 | -0,21 |
| DTI (cm) | 0,85* | 0,27 | -0,06 | -0,01 | 0,06 |
| LOE (cm) | -0,46 | 0,74* | -0,01 | -0,05 | -0,10 |
| HPL (cm) | -0,01 | 0,83* | -0,01 | 0,34 | -0,35 |
| LOP (g) | -0,59 | 0,61* | -0,06 | -0,12 | 0,19 |
| LAP (g) | 0,83* | 0,09 | 0,01 | -0,10 | -0,16 |
| LPE (cm) | -0,89* | 0,32 | -0,05 | 0,05 | -0,09 |
| PPA (g) | 0,62* | 0,56 | -0,08 | -0,08 | 0,15 |
| GPL (g) | 0,05 | 0,13 | -0,37 | 0,50 | 0,74* |
| PCG (g) | 0,06 | 0,23 | 0,85* | 0,16 | 0,20 |

NJF : nombre de jours à 50% floraison, LOF : longueur de la 3^{ème} feuille sous paniculaire, LAF : largeur de la 3^{ème} feuille sous paniculaire, NEN : nombre d'entre-nœuds, LOE : longueur de l'entre-nœud, HPL : hauteur de la plante, DTI : diamètre de la tige principale, LOP : longueur de la panicule, LAP : largeur de la panicule, LPE : longueur du pédoncule, PPA : poids de la panicule principale, GPL : rendement grains par plante, PCG : poids de cent grains, * : corrélé à l'axe (>0,6)

Analyse de la diversité : La classification ascendante hiérarchique (figure 2) donne une structuration des 37 accessions en 4 groupes à une distance d'agrégation de 100. Le test du lamda de Wilk donne une valeur de 0,102

et une p value < 0,0001 au seuil de 5 % montrant que les groupes sont des entités distinctes. La structuration obtenue est faiblement liée à l'origine des accessions. Les quatre groupes constitués renferment chacun des accessions originaires des trois provinces mais les groupes 2 et 3 sont composés majoritairement des accessions originaires de la province du Passoré (respectivement 58 % et 56 %) et le groupe 1 de celles du Yatenga (64 %). Les résultats de l'analyse de variance consignés dans le tableau 4 montrent des différences hautement significatives au seuil de 1 % entre les groupes pour les caractères végétatifs longueur de l'entrenœud (LOE), hauteur de la plante (HPL) et rendement grains par plante (GPL) et des différences

significatives au seuil de 5 % pour le nombre d'entrenœuds (NEN). Ces résultats traduisent l'existence d'une diversité morphologique entre les groupes. La hauteur de la plante (HPL) et le rendement grains par plante (GPL) sont les principaux facteurs permettant de discriminer les groupes. Ainsi les accessions du groupe 1 ont une grande taille (310,7 cm) et un rendement grains par plante moyen (65,8g) alors que le groupe 4 est composé des accessions à taille moyenne (283,9 cm) et à rendement grains par plante élevé (103,1g). Le groupe 2 renferme les accessions aux performances moyennes (HPL : 289,3 cm, GPL : 66,3 g). Quant au groupe 3, il est constitué des accessions ayant les plus faibles performances (HPL : 250,7 cm, GPL : 55,32g).

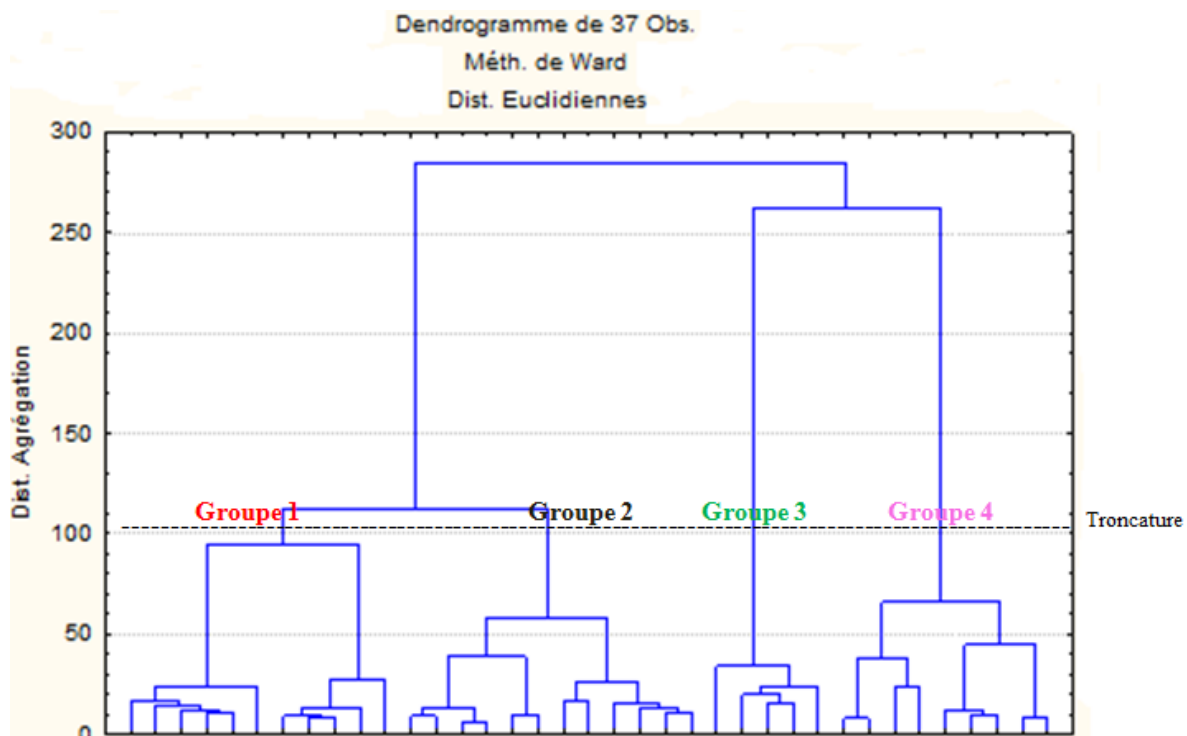


Figure 2 : Classification ascendante hiérarchique des 37 accessions de sorghos à grains sucrés du nord du Burkina Faso.

Estimation des paramètres génétiques

Variances phénotypique et génotypique : Les données des paramètres génétiques du tableau 5 montrent que la variance phénotypique est supérieure à la variance génotypique pour tous les caractères. La variance phénotypique varie de 0,11 à 362,7 et la variance génotypique de 0,12 à 251,07. Le caractère hauteur de la plante (362,7) présente la variance phénotypique la plus élevée suivi du rendement grains par plante (338,77) et du poids de la panicule principale (312,2). Le cycle 50%

floraison présente des variances phénotypique et génotypique modérées (<20) respectives de 17,05 et 15,02. Les autres caractères ont des variances génotypique et phénotypique faibles (< 10) à l'exception de la longueur du pédoncule qui a une variance phénotypique modérée de 14,22.

Coefficients de variation phénotypique et génotypique : Pour tous les caractères étudiés, les coefficients de variation phénotypique sont plus élevés que les coefficients de variation génotypique. Selon

Sawadogo et al. J. Appl. Biosci. Évaluation de la diversité génétique des sorghos à grains sucrés (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Nord du Burkina Faso

Sumathi et al. (2010), les coefficients de variation génotypique et phénotypique sont faibles en deçà de 11 %, modérés entre 11 et 20 % et élevée au delà de 20 %. Ainsi les coefficients de variation phénotypique et génotypique élevés sont observés pour les caractères diamètre de la tige (31,26 et 30,07 %) et rendement

grains par plante (24,92 et 21,26 %). Les caractères poids de cent grains, poids de la panicule principale et la largeur de la panicule ont des coefficients de variation génotypique et phénotypique modérés et les autres caractères, des coefficients de variation faibles.

Tableau 4 : Performances moyennes des quatre groupes de sorghos à grains sucrés du Burkina Faso pour les caractères discriminants.

| Caractères | Collection | | | Groupes | | | | |
|---------------------|---------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|--------|
| | Moyenne | Min | Max | 1 | 2 | 3 | 4 | Pr. |
| NJF (jours) | 72,4 ± 4,54 | 58,5 | 78,33 | 71,91 | 71,67 | 70,83 | 74,85 | 0,32 |
| LOF (cm) | 72,7 ± 2,97 | 64,45 | 79,44 | 73,31 | 71,35 | 73,46 | 73,05 | 0,45 |
| LAF (cm) | 9,6 ± 0,76 | 7,91 | 11,37 | 9,54 | 9,5 | 9,28 | 9,97 | 0,37 |
| DTI (cm) | 1,7 ± 0,21 | 1,22 | 2,03 | 1,69 | 1,71 | 1,59 | 1,74 | 0,6 |
| LOE (cm) | 24,02 ± 1,12 | 21,89 | 26,61 | 25,04 | 23,71 | 22,83 | 23,86 | 0,004 |
| NEN | 11,24 ± 0,85 | 9,11 | 12,78 | 11,47 | 11,57 | 10,21 | 11,08 | 0,028 |
| HPL (cm) | 289,1 ± 8,83 | 243,9 | 326,1 | 310,7 | 289,3 | 250,7 | 283,9 | <0,001 |
| LOP (cm) | 30,29 ± 1,42 | 24,44 | 38 | 32,28 | 29,87 | 28,83 | 29,22 | 0,1 |
| LAP (cm) | 15,33 ± 2,92 | 10,25 | 21,72 | 15,43 | 15,22 | 15,93 | 15,03 | 0,95 |
| LPE (cm) | 55,94 ± 5,69 | 46,33 | 67,83 | 57,84 | 55,73 | 55,36 | 54,25 | 0,56 |
| PPA (g) | 96,4 ± 15,58 | 68,25 | 133,3 | 105,1 | 95 | 83,3 | 95 | 0,09 |
| GPL (g) | 73,62 ± 12,58 | 39,67 | 121 | 65,8 | 66,3 | 55,2 | 103,1 | <0,001 |
| PCG (g) | 2,77 ± 0,38 | 2,19 | 3,95 | 2,89 | 2,86 | 2,77 | 2,52 | 0,14 |
| Nombre d'accessions | 37 | - | | 11 | 12 | 5 | 9 | - |

NJF : nombre de jours à 50% floraison, LOF : longueur de la 3^{ème} feuille sous paniculaire , LAF : largeur de la 3^{ème} feuille sous paniculaire, NEN : nombre d'entre-nœuds, LOE : longueur de l'entre-nœud, HPL : hauteur de la plante, DTI : diamètre de la tige principale, LOP : longueur de la panicule , LAP : largeur de la panicule, LPE : longueur du pédoncule, PPA : poids de la panicule principale, GPL : rendement en grains par plante, PCG : poids de cent grains, min : minimum, max : maximum, Pr. Probabilité de F.

Héritabilité au sens large : Selon Johnson (1955), Stanfield (1975), l'héritabilité est élevée au-delà de 50 %, faible en deca de 20 % et moyenne entre 20 et 50 %. L'héritabilité des caractères étudiés qui varie de 52,68 % à 92, 81 % est élevée pour tous les caractères. Les caractères cycle semis-floraison (92,81 %), diamètre de la tige (92,5 %), poids de cent grains (89,37 %) et largeur de la panicule (81,98 %) sont les plus hértables alors que les caractères nombre d'entrenœuds (52,68 %), longueur des entrenœuds (53,25 %) et la largeur des feuilles (53,97 %) sont les moins hértables.

Gain génétique attendu : Le gain génétique attendu par rapport à la moyenne du caractère [GA (% moyenne du caractère)] a varié de 4,48 % pour la longueur de l'entrenœud à 59,57% pour le diamètre de la tige. Les caractères liés au rendement (GPL, LAP, PPA, PCG) enregistrent les gains génétiques les plus élevés comparativement aux caractères végétatifs (LOE, LOF, LAF, HPL) qui expriment les plus faibles gains génétiques. Le cycle semis-floraison présente un gain génétique modéré de 10,93 %.

Tableau 5 : Paramètres génétiques calculés des sorghos à grains sucrés du Nord du Burkina Faso

| Caractères | Composantes | | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------|--------------------|-------|-------|---------|---------|-------|-------------------|
| | VG | VP | H ² (%) | √VG | √VP | GCV (%) | PCV (%) | GA | GA (% moy caract) |
| NJF (jours) | 15,82 | 17,05 | 92,81 | 3,98 | 4,13 | 5,51 | 5,71 | 7,89 | 10,93 |
| LOF (cm) | 4,47 | 5,82 | 76,86 | 2,12 | 2,41 | 2,91 | 3,32 | 3,82 | 5,25 |
| LAF (cm) | 0,27 | 0,49 | 53,97 | 0,52 | 0,7 | 5,35 | 7,29 | 0,78 | 8,1 |
| NEN | 0,28 | 0,54 | 52,68 | 0,53 | 0,73 | 4,74 | 6,53 | 0,80 | 7,09 |
| LOE (cm) | 0,51 | 0,96 | 53,25 | 0,71 | 0,98 | 2,98 | 4,08 | 1,07 | 4,48 |
| HPL (cm) | 251,07 | 362,7 | 69,22 | 15,85 | 19,04 | 5,51 | 6,62 | 27,16 | 9,44 |
| DTI (cm) | 0,27 | 0,29 | 92,5 | 0,52 | 0,54 | 30,07 | 31,26 | 1,03 | 59,57 |
| LOP (cm) | 3,21 | 5,29 | 60,76 | 1,79 | 2,3 | 6,13 | 7,86 | 2,88 | 9,84 |
| LAP (cm) | 7,12 | 8,68 | 81,98 | 2,67 | 2,95 | 16,65 | 18,38 | 4,98 | 31,05 |
| LPE (cm) | 9,9 | 14,22 | 69,62 | 3,15 | 3,77 | 5,76 | 6,91 | 5,41 | 9,91 |
| PPA (g) | 248,1 | 312,2 | 79,47 | 15,75 | 17,67 | 16,38 | 18,38 | 28,93 | 30,09 |
| GPL (g) | 246,67 | 338,77 | 72,81 | 15,71 | 18,41 | 21,26 | 24,92 | 27,61 | 37,38 |
| PCG (g) | 0,11 | 0,12 | 89,37 | 0,33 | 0,35 | 11,83 | 12,52 | 0,64 | 23,05 |

NJF : nombre de jours à 50% floraison, LOF : longueur de la 3^{ième} feuille sous paniculaire, LAF : largeur de la 3^{ième} feuille sous paniculaire, NEN : nombre d'entre-nœuds, LOE : longueur de l'entre-nœud, HPL : hauteur de la plante, DTI : diamètre de la tige principale, LOP : longueur de la panicule, LAP : largeur de la panicule, LPE : longueur du pédoncule, PPA : poids de la panicule principale, GPL : rendement en grains par plante, PCG : poids de cent grains, VG : variance génotypique, VP : variance phénotypique, H² : héritabilité au sens large, GCV : coefficient de variation génotypique, PCV : coefficient de variation phénotypique, √VG : écart-type de la variance génotypique, √VP : écart-type de la variance phénotypique, GA : gain génétique attendu, GA (% moy caract) : gain génétique par rapport à la moyenne du caractère

DISCUSSION

Les écarts importants entre les valeurs minimales et les maximales et les coefficients de variation élevés des caractères traduisent l'existence d'une grande variabilité morphologique au sein des accessions. De telles observations avaient été également faites par Ayana et Bekele (2000) sur des accessions de sorghos de l'Éthiopie et de l'Érythrée et Nebié *et al.* (2012) sur des sorghos à grains sucrés du Centre-nord du Burkina. Cette importante variabilité morphologique des accessions pourrait être attribuée aux modes de gestion de semences des paysans. En effet, les paysans produisent eux-mêmes les semences dans des champs où coexistent plusieurs cultivars. Cela favorise les flux de gènes contribuant à élargir la diversité génétique. Les performances des sorghos à grains sucrés du Nord (NJF : 55-78 jours, LOP : 21-46 cm, HPL : 287,7 cm) sont comparables à ceux du Centre-nord mais faibles par rapport aux sorghos non sucrés. Selon les travaux de Nebié *et al.* (2012), les sorghos à grains sucrés du Centre-nord du Burkina ont un cycle semis-floraison de 63 à 76 jours, des panicules longues de 22 à 41 cm et une taille moyenne de 269 cm alors que les sorghos non sucrés du Centre-ouest du Burkina ont un cycle de 67 à 112 jours, des panicules de 15 à 48 cm et une hauteur moyenne de 392 cm (Barro/Kondombo *et al.*, 2008). Les sorghos à grains sucrés ont un cycle court et arrivent donc à maturité avant les autres sorghos et le mil d'où leur exploitation comme aliment de soudure par les paysans. L'organisation de la diversité morphologique des accessions de sorghos à grains sucrés du Nord du Burkina autour principalement des caractères végétatifs (nombre d'entrenœuds, diamètre de la tige, largeur de la feuille, longueur du pédoncule), du cycle semis-floraison et du rendement (longueur et largeur de la panicule, poids de la panicule principale, poids de cent grains, rendement grains par plante) en analyse en composantes principales traduit la forte contribution de ces variables à la structuration de la variabilité. Cela serait lié au mode de sélection paysanne basée sur les caractères phénotypiques perceptibles tels que la biomasse, la précocité et le rendement. Djè *et al.* (2007), Koffi *et al.* (2011), avaient également fait ces mêmes constats respectivement sur des variétés traditionnelles de sorghos cultivés au Nord-ouest du Maroc et sur les sorghos cultivés au Nord de la Côte d'Ivoire. Les accessions des quatre groupes issus de la classification ascendante hiérarchique sont observées dans toutes les provinces prospectées, preuve du maintien de la diversité in situ par les paysans. Cela pourrait être lié aux

échanges de semences entre communautés locales. Cette structuration est également comparable à celle des accessions de sorghos à grains sucrés du Centre-nord du Burkina. Nebié *et al.* (2012) sur un échantillon de 27 accessions du Centre nord ont distingué également quatre groupes morphologiques sur la base du cycle semis-floraison et des dimensions de la panicule. Les sorghos à grains sucrés seraient moins diversifiés que les sorghos non sucrés et les sorghos à tige sucrée car Barro/Kondombo (2010) et Nebié (2014) avaient obtenu chacun 5 groupes morphologiques respectivement sur les sorghos non sucrés du Centre-ouest du Burkina et sur une collection nationale de sorghos à tige sucrée du Burkina. Les différents groupes morphologiques obtenus offrent une possibilité de choix de géniteurs pour la création de nouvelles variétés répondant aux besoins des producteurs. Si l'objectif de la sélection est le rendement, elle pourrait être orientée vers les accessions du groupe 4 qui présentent les meilleurs rendements grains par plante. L'estimation des paramètres génétiques a montré que la variance génotypique est inférieure à la variance phénotypique pour tous les caractères. Ces résultats concordent avec ceux de Drabo *et al.* (2013) sur le mil, Hosseini *et al.* (2012) sur le riz et Doss *et al.* (2012) sur le mûrier. Cependant les faibles écarts entre les deux variances pour tous les caractères indiquent une relative faible influence de l'environnement sur l'expression des caractères et un contrôle génétique plus important sur leur expression. Des résultats similaires ont été obtenus par Drabo *et al.* (2013) et Govindaraj *et al.* (2011) sur le mil, Hosseini *et al.* (2012) sur le riz. Le coefficient de variation est certes une indication du niveau de la variabilité existant entre les génotypes pour un caractère mais n'indique pas la partie héritable et non-héritable de cette variabilité (Drabo *et al.*, 2013). La sélection est d'autant plus efficace que l'héritabilité des caractères est élevée. L'estimation du coefficient de variation génotypique (GCV) et de l'héritabilité (h^2) fournit la meilleure information pour le choix des parents à hybrider en vue d'obtenir les caractères recherchés (Burton et Devane, 1953). Les coefficients de variation génotypique (GCV) sont élevés pour le diamètre de la tige, modérés pour le poids de cent grains (PCG) et le poids de la panicule principale et faibles pour le cycle semis-floraison et la hauteur de la plante. Ces résultats concordent avec ceux de Drabo *et al.* (2013) sur le cycle 50% floraison et la hauteur de la plante du mil (GCV < 10 %)(GCV > 20 %). De plus le faible écart observé entre les coefficients de variation phénotypique et génotypique au niveau de

tous les caractères témoigne également d'une relative faible influence des facteurs environnementaux sur les caractères. Tous les caractères étudiés ont exprimé une héritabilité au sens large élevée. Ces résultats sont similaires à ceux de Vetriventhan et Nirmalakumari (2007) sur le mil, d'Ali et al. (2012), de Nebié (2014) sur le sorgho. Cette forte héritabilité des caractères confirme la faible influence des facteurs environnementaux sur l'expression des caractères. Dans ce cas le phénotype est un bon prédicateur du génotype des accessions (Visscher et al., 2008). L'héritabilité à elle seule ne permet pas de prédire si la sélection apportera une amélioration substantielle. Néanmoins, l'estimation conjointe de l'héritabilité et du gain génétique attendu [GA

(% moyenne du caractère)] peut apporter une information plus fiable (Govindaraj et al., 2011). Les caractères poids de la panicule principale, rendement grains par plante, poids de cent grains, largeur de la panicule, diamètre de la tige ont exprimé une héritabilité au sens large et un gain génétique attendu élevés indiquant l'action additive de gènes (Johnson et al. 1955, Kashif et al. 2003). Cependant les autres caractères étudiés à l'exception du cycle semis-floraison ont montré une héritabilité au sens large élevée et un faible gain génétique, laissant supposer une action non-additive de gènes. Le cycle semis-floraison a enregistré une héritabilité élevée et un gain génétique modéré.

CONCLUSION

L'étude a mis en évidence une importante diversité morphologique au sein des sorghos à grains sucrés du Nord du Burkina Faso organisée autour des caractères végétatifs et du rendement et une structuration des 37 accessions en quatre groupes morphologiques sur la base de la hauteur de la plante et du rendement grains par plante (GPL). Le groupe 4 présente les performances intéressantes en termes de rendement grains par plante. L'estimation des paramètres génétiques a mis en évidence également une faible influence des facteurs environnementaux sur l'expression des caractères qui s'est traduite par de faibles écarts entre les coefficients

de variation phénotypique et génotypique et une forte héritabilité au sens large. De plus une héritabilité au sens large élevée couplée à un gain génétique attendu élevé a été observée pour plusieurs caractères tels que le rendement grains par plante et le poids de cent grains montrant l'intervention de gènes à effets additifs dans l'expression de ces caractères. Une amélioration par sélection directe est donc possible pour ces caractères. Une caractérisation moléculaire couplée à une analyse biochimique des grains permettrait de compléter les résultats de la présente étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ali H.I., Mahmoud K.M. et Amir A.A., 2012. Estimation of Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance in Grain Sorghum Population. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 12 (4): 414-422.
- Assefa K., Tefera H., Merker A., Kefyalew T. and Hundera F., 2001. Variability, heritability and genetic advance in Phenomorphic and agronomic traits of Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] germplasm from eight Regions of Ethiopia. *Hereditas* 134, no. 2 : 103-113
- Ayana A. et Bekele E., 2000. Geographical patterns of morphological variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) germplasm from Ethiopia and Eritrea: Quantitative Characters. *Euphytica*, 115: 91 – 104.
- Burton G.W. and Devane E.M., 1953. Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agronomy Journal*, 45, 478-481.
- Barro/Kondombo C. P., 2010. Diversité agromorphologique et génétique de variétés locales de sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) au Burkina Faso. Eléments pour la valorisation des ressources génétiques locales. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 112 p
- Barro/Kondombo C. P., Broke K. V., Chantereau J., Sagnard F. & Zongo J. D., 2008. Variabilité phénotypique des sorghos locaux de deux régions du Burkina Faso: la Boucle du Mouhoun et le Centre-Ouest. *Cahiers d'agriculture* 17 (2) : 107-113.
- Djè Y., Heuertz M., Ater M., Lefebvre C. & Vekemans X., 2007. Évaluation de la diversité morphologique des variétés traditionnelles de sorgho du Nord-ouest du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 11 (1): 39-46.
- Doss S. G., Chakraborti S. P., Roychowdhuri S., Das N. K., Vijayan K., Ghosh P. D., Rajan M. V. et Qadri S. M. H., 2012. Variability, heritability and

- genetic advance in mulberry (*Morus* spp.) for growth and yield attributes. *Agricultural Sciences Vol.3, No.2, 208-213.*
- Drabo I., Zangre G. R., Sawadogo M. et Ouedraogo M., 2013. Genetic Variability and Estimates of Genetic Parameters in Burkina Faso's Pearl Millet Landraces. *International Journal of Agriculture and Forestry* 3(7): 367-373
- FAOSTAT, 2012. <http://faostat.fao.org> visité en février 2012
- Govindaraj M., Selvi B., Rajarathinam S et Sumathi P., 2011. Genetic Variability and Heritability of Grain Yield Components and Grain Mineral Concentration in India's Pearl Millet (*Pennisetum Glaucum* (L) R. Br.) Accessions. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 11, no. 3 .
- Hosseini S. J., Sarvestani Z. T., Pirdashti H., Afkhami A. et Hazrati S., 2012. Estimation of heritability and genetic advance for screening some rice genotypes at salt stress conditions. *International journal of Agronomy and Plant Production. Vol., 3 (11), 475-482.*
- Johnson H. W., H. F. Robinson et Comstock, R. E., 1955. Estimates of genetic and environmental variability in Soybeans. *Agronomy Journal* 47, no. 7: 314–318.
- Kashif M, Ahmad J, Chowdhry MA, Perveen K, 2003. Study of Genetic Architecture of Some Important Agronomic Traits in Durum Wheat (*Triticum durum*). *Asian Journal of Plant Sciences*, 2 (9): 708-712.
- Koffi K. G. C., Akanvou L., Akanvou R., Zoro B. I. A., Kouakou C. K. et N'DA H. A., 2011. Diversité morphologique du Sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivé au nord de la Côte d'Ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 17 : 125 – 142
- Nebié B., 2014. *Diversité génétique d'une collection de sorgho à tige sucrée* [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] du Burkina Faso. Thèse Unique, Université de Ouagadougou (Burkina Faso) 118p.
- Nebié B., Gapili N., Traoré R. E., Nanema K R, Bationo/Kando P., Sawadogo M. & 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, 2010-2012.
- Peter Visscher M., William G. H., et Naomi R. W., 2008. Heritability in the genomics Era-concepts and misconceptions, *Nature Reviews Genetics* 9, no. 4: 255–266.
- Rex B., 2002. Breeding for quantitative traits in plants. *Stemma press Woodbury* Singh R. K.
- Sabiel A. I. S., Ismail I. M., Abdalla E., Osman A. K. , Ali M. A., 2014. Genetic variation among Pearl millet genotypes for yield and its components in semi-arid zone Sudan. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences ; 7-11 :822-826*
- Stanfield W. D., 1975. *Génétics*. Mc Graw-HillInc, New York, 281 p.
- Sumathi P., Sumanth M. et Veerabathiran P., 2010. Genetic variability For different biometrical traits In Pearl Millet genotypes (*Pennisetum glaucum* LR BR.),” *Electronic journal of plant breeding* 1, no. 4 : 437–440.
- Vetriventhan M. et Nirmalakumari A., 2007. Studies on Variability Parameters in Pearl Millet (*Pennisetum Glaucum* (L.) R. Br.). *Madras Agricultural Journal* 94, no. 1/6 :118–120.
- Zongo J. D., 1991. *Ressources génétiques des sorghos* [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] du Burkina Faso: *Évaluation agro-morphologique et génétique*. Thèse d'état, Université d'Abidjan, 175.