

EVALUATION ET IDENTIFICATION D'ACCESSIONS PROMETTEUSES DE MIL [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.,] POUR LEURS APTITUDES GRAINIÈRE ET FOURRAGÈRE

Béninga Marboua Békoye

Centre National de Recherche Agronomique, Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

Seventy two (72) pearl millet accessions were evaluated for grain and fodder traits. Highly significant differences were observed for all the traits studied while differences for other traits i.e., the width and the length of flag leaf, the weight of the principal spike and the principal spike's grain weight were non significant. Correlation study between characters revealed that the earing date of the main tiller is negatively correlated with all developmental characters and some production parameters as principal panicle weight, principal spike grain weight and total principal panicle grain weight.

Accessions Cem 100, Cem 149 and Cem 243 produced the highest tillers (16,9 ; 16,3 et 15,6 respectively) with small panicles and were promising for high fodder yield. Cem 120, Cem 168, Cem 204, Cem 240 and Cem 244 were promising for high grain yield according to their spike length (35-40 cm) and their 1000 grains weight (12,7 et 14,1 g).

Keywords : Collection, millet, evaluation, variability, identification

Résumé

Soixante douze (72) accessions de mil ont été évaluées pour leurs aptitudes grainière et fourragère. Des différences hautement significatives ont été observées pour le délai d'épiaison de la talle principale, la note de sensibilité au mildiou dû à *Sclerospora graminicola*, le nombre de chandelles utiles, la hauteur des plantes, la longueur et la largeur des chandelles de même que le poids de 1000 grains et le poids total de grains par plante. Les différences n'ont pas été significatives pour la longueur et la largeur de la dernière feuille, le poids de la chandelle principale et le poids de grains par

chandelle principale. L'étude des corrélations simples entre les variables utilisées indique que la date d'épiaison de la talle principale est corrélée négativement avec tous les caractères de développement végétatif et certains paramètres de production tels que le poids de la chandelle principale, le poids de grains par chandelle principale et le poids total de grains par plante. Les accessions Cem 100, Cem 149 et Cem 243 émettent plus de talles (16,9 ; 16,3 et 15,6 talles respectivement) avec de petites chandelles et peuvent être utilisées comme plantes fourragères pour les animaux alors que Cem 120 , Cem 168, Cem 204, Cem 240 et Cem 244 constituent d'intéressantes plantes céréalières avec des chandelles de grande longueur (35-40 cm) et des poids de mille grains élevés (12,7 et 14,1 g).

Mots clés : Collection, mil, évaluation, variabilité, identification

Introduction

Le mil est cultivé essentiellement en Afrique et en Inde pour ses grains destinés à l'alimentation humaine mais aussi pour ses parties végétatives en tant que fourrage pour le bétail (Kanan *et al.* 2014, Kholova et Vadez 2013, Sumathi *et al.* 2010). Céréale riche en énergie et en micronutriments (FAO-ICRISAT, 1996, Rao *et al.*, 2006) pour les populations qui la consomment, le mil est aussi une espèce de type C₄, qui possède d'importantes potentialités pour la production de la biomasse accumulée dans ses parties végétatives (Appa Rao, 1999). Elle est considérée comme plante fourragère de grande qualité aux Etats-Unis et en Australie et est expérimentée comme nouvelle plante fourragère en Amérique du sud et en Corée. Dans les régions de savanes de Côte d'Ivoire comprises entre les 8^e et 11^e degrés de latitude nord, le mil est cultivé comme céréale pour la préparation de nombreux mets. Accessoirement, ses parties végétatives servent à nourrir le bétail. Dans un contexte de développement axé sur l'autosuffisance alimentaire en termes d'augmentation des productions végétales et animales, il est nécessaire d'évaluer les accessions de mil afin d'en exploiter les importantes potentialités dont elles disposent. Différentes études ont révélé que les populations locales et variétés traditionnelles de plantes recèlent de bonnes sources de résistance aux stress biotiques et abiotiques (Yadav et Weltzein, 2000) de même que des caractéristiques intéressantes pour l'amélioration du rendement grainier et la production de fourrage de qualité (Kelley *et al.*, 1996). Akmal *et al.* (1992) ont étudié la performance de neuf (9) variétés de mil pour le rendement en biomasse. Ce dernier a varié de 12,50 à 20,28 t/ha tandis que la hauteur des plantes était comprise entre 256 et 262 cm. Naeem *et al.* (2002) ont évalué onze (11) variétés de sorgho pour le rendement en biomasse et ses composantes. Ils ont observé que le rendement en biomasse a été de 18,6 à 69,44 t/ha. Le nombre

de feuilles par plante était compris entre 9 et 13,78 tandis que la hauteur des plantes a varié de 101,11 à 209,40 cm. Khairwal et al. (2007) ont évalué la performance de 2375 accessions de mil, 180 cultivars locaux et 504 lignées pour leur rendement en grain et en biomasse. Ils ont rapporté que les accessions IP 128, IP 3416, IP 33 et NSS 7911 ont été performantes pour le haut rendement en grain par plante tandis que les accessions IP 3416, IP 17880 et IP 104 étaient performantes pour le haut rendement en biomasse. La présente étude a été menée pour identifier les accessions de mil les plus prometteuses pour le rendement en grain et la production de biomasse.

Matériel et méthodes

Le matériel végétal est constitué de 72 accessions de mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.,] de la collection CNRA de 2002. Les 72 échantillons ont été semés le 26 juillet 2009 à la station de Recherche de Ferkessédougou dont les coordonnées géographiques sont : altitude 325 m, latitude 9° 35 et longitude 5° 14. La préparation du sol a été faite au tracteur alors que le tracé des billons, le sarclage et le buttage ont été faits à la daba. Un épandage d'engrais de fond le N P K, 10-18-18 à la dose de 150 kg / ha a été effectué. Aucun traitement chimique n'a été effectué contre les mauvaises herbes ou les insectes. Une semaine après le semis, un gardiennage de jour de 6 à 18 h a été assuré pour protéger la parcelle des dégâts d'oiseaux. A la montaison, il a été apporté de l'urée à la dose 50 kg / ha comme engrais de couverture. L'essai a été conduit selon un dispositif en blocs complets randomisés avec deux répétitions. Le semis manuel a été réalisé en ligne avec chaque échantillon, sur les billons espacés d'un (1) mètre et de 20 mètres de long, soit une superficie de 20 m² par parcelle élémentaire. L'écartement entre les poquets de semis sur la ligne a été d'un (1) m. Le démariage à un pied par poquet a été fait trois semaines après le semis, ce qui a donné 21 pieds par accession et par ligne. Les observations ont porté sur (1) le délai d'épiaison de la talle principale (ETP) en nombre de jours, (2) la longueur de la dernière feuille (LOD) en cm ; (3) la largeur de la dernière feuille (LAD) en cm ; (4) la hauteur de la plante à maturité (HAM) notée en centimètre du sol au sommet de la plante, (5) le nombre de chandelles utiles (NCU), (6) la longueur de la chandelle (LOC) en cm ; (7) la largeur de la chandelle (LAC) en cm; et (8) le poids de la chandelle principale (PCP) en g. La sensibilité au *Sclerospora* (NSS) a été notée à la récolte sur chaque plante selon la gravité des symptômes observés avec l'échelle suivante : 1 = la plante est saine, 2 = un tiers des talles sont malades, 3 = deux tiers des talles sont malades, 4 = la plante est morte. Les caractères notés après battage-vannage ont été le poids de 1000 grains (PMG) en g, le poids total de grains par plante (PTGP) en g et le poids de grains par chandelle principale (PGCP) en g. Toutes les analyses statistiques ont été faites à partir des logiciels Winstat et Excel. Ces

analyses ont porté sur 36 plantes par accession à raison de 18 plantes par répétition. Les 18 plantes par répétition sont celles pour lesquelles les données complètes pour les 12 caractères mesurés existent. Ces données ont fait l'objet d'une analyse de variance à deux critères et d'une étude de corrélations simples entre les caractères.

Résultats

L'évaluation des 72 accessions pour les caractéristiques de production grainière et fourragère et de leurs composantes a révélé que des différences hautement significatives ont été observées pour 8 des 12 caractères étudiés c'est-à-dire le délai d'épiaison, la sensibilité à *Sclerospora graminicola*, le nombre de chandelles utiles, la hauteur des plantes, la longueur et la largeur de la chandelle, le poids de 1000 grains et le poids de grains par chandelle principale (tableau I). Les accessions les plus performantes ont été identifiées pour certains caractères (tableau II).

Les corrélations simples entre les caractères ont été étudiées et figurent au tableau (III). Une corrélation positive et hautement significative ($r = 0,78$) entre le nombre de chandelles utiles et le poids total de grains par plante a été mise en évidence.

Tableau I. Performances moyennes des caractères et signification des F observés

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation	F
Epiaison de la talle principale en nombre de jour	75,3	118,0	91,32	6,04	7%	8,31**
Longueur du drapeau en cm	26,8	57,4	46,4	4,63	10%	0,32 ^{ns}
Largeur du drapeau en cm	2,9	4,5	3,61	0,30	8%	1,26 ^{ns}
Note de sensibilité à <i>Sclerospora</i> : échelle de notation 1 à 4	1,0	2,4	1,41	0,30	21%	11,42**
Nombre de chandelles utiles	2,9	16,9	7,54	2,46	33%	9,48**
Hauteur de la plante à maturité en cm	208	417,3	355,02	36,6	10%	10,67**
Longueur de la chandelle	17	42,4	28,66	4,11	14%	14,84**
Largeur de la chandelle en cm	1,5	3,6	2,30	0,36	16%	12,31**
Poids de la chandelle principale en g	14,1	41,7	29,62	5,84	20%	1,46 ^{ns}
Poids de 1000 grains en g	4,3	14,1	10,60	2,06	19%	6,79**
Poids total de grains par plante en g	27,5	217,5	79,33	36,36	46%	5,26**
Poids de grains par chandelle principale en g	7,3	22,8	14,43	3,85	27%	0,62 ^{ns}

ns: non significatif

** : significatif à $p < 0,01$

Tableau II. Accessions performantes identifiées pour leurs aptitudes grainière et fourragère

Caractères	Accessions
Epiaison de la talle principale (ETP) en nombre de jours	Cem 08, Cem 09, Cem 287
Longueur du drapeau (LOD) en cm	-
Largeur du drapeau (LAD) en cm	-
Note de sensibilité à <i>Sclerospora graminicola</i> (NSS) : échelle 1 à 4	-
Nombre de chandelles utiles (NCU)	Cem 100, Cem 104, Cem 243
Hauteur de la plante à maturité (HAM) en cm	Cem 211, Cem 237, Cem 267, Cem 293, Cem 297, Cem 298
Longueur de la chandelle (LOC) en cm	Cem 120, Cem 162, Cem 204, Cem 240, Cem 244, Cem 296, Cem 304
Largeur de la chandelle (LAC) en cm	-
Poids de la chandelle principale (PCP) en g	-
Poids de 1000 grains (PMG) en g	Cem 168, Cem 235, Cem 240, Cem 307, Cem 316,
Poids total de grain par plante (PTGP) en g	Cem 100, Cem 104, Cem 243
Poids de grain par chandelle principale (PGCP) en g	

Tableau III : Matrice de corrélation globale des descripteurs des échantillons de la collection.

	ETP	LOD	LAD	NSS	NCU	HAM	LOC	LAC	PCP	PMG	PTGP	PGCP
ETP	1,000											
LOD	-	1,000 ^{ns}										
LAD	0,307**		1,000									
NSS	-0,179 ^{ns}	-	0,043 ^{ns}	1,000								
NCU	-0,166	0,306**	-0,002 ^{ns}	0,173 ^{ns}	1,000							
HAM	-	0,399**	0,036 ^{ns}	-	-0,050 ^{ns}	1,000						
LOC	0,240*	0,388**	0,283*	0,276*	-0,208 ^{ns}	0,612**	1,000					
LAC	0,439**	0,388**	0,247*	-	-0,031 ^{ns}	-0,230 ^{ns}	-	1,000				
PCP	-0,105	0,535**	0,379**	0,308**	-0,071 ^{ns}	0,348**	0,423**	0,287*	1,000			
PMG	-	0,368**	0,077 ^{ns}	0,267*	-0,163 ^{ns}	0,578**	0,454*	-	0,537**	1,000		
PTGP	0,263*			0,313**				0,003 ^{ns}				
PGCP	-0,007 ^{ns}	0,364**	0,145 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,780**	0,038 ^{ns}	-0,099 ^{ns}	0,086 ^{ns}	0,302**	0,042 ^{ns}	1,000	
	-0,034 ^{ns}	0,339**	0,251*	-0,154 ^{ns}	0,182 ^{ns}	0,073 ^{ns}	0,089 ^{ns}	0,271*	0,681**	0,340**	0,606**	1,000

ns : non significatif (p>0,05)
 * : significatif à p<0,05
 ** : significatif à p<0,01

Discussion

L'étendue de la variabilité révélée dans cette étude est similaire à celle rapportée pour les accessions indiennes du mil du Rajasthan (Sharma et al., 2003). La grande diversité des mils Ouest Africains pourrait s'expliquer par le fait que les régions Ouest Africaines incluent le centre d'origine du mil (Harlan, 1971 ; Oumar et al., 2008 ; Manning et al., 2011 ; Clotault et al., 2012). La mise en évidence d'une corrélation positive et hautement significative entre le nombre de chandelles utiles et le poids total de grains par plante indique qu'on peut développer des variétés de mil à usage multiple (production de grains et production de biomasse).

Les accessions Cem 08, Cem 09, Cem 287 ont été identifiées comme des types précoces. Les accessions performantes pour la longueur de leurs chandelles sont : Cem 120, Cem 162, Cem 204, Cem 240, Cem 244, Cem 296 et Cem 304. Anand Kumar et Appa Rao (1987) ont rapporté des longueurs de chandelles variant de 4 cm pour les mils des oasis à 200 cm pour le mil Zongo du Niger.

Les accessions Cem Cem 104, Cem 100, Cem 243, Cem 211, Cem 237, Cem 267, Cem 293, Cem 297 et Cem 298 ont été identifiées comme étant de grande taille avec un fort tallage et peuvent être utilisées comme parents pour développer des variétés populations ou des hybrides à fort potentiel fourrager. Le tallage contribue également à la production de la biomasse (Khairwal et al., 2007). Pour le poids de 1000 grains et le poids total de grains par plante, les accessions les plus prometteuses sont Cem 168, Cem 235, Cem 240, Cem 307, Cem 316, Cem 104, Cem 100 et Cem 243. Des résultats similaires portant sur la grande variabilité et les lignées prometteuses de germplasm ont été obtenus par Sharma et al. (2003), Naeem et al. (1991, 1993, 1994 et 2002), et Akmal et al. (1992). La variété locale Iniadi qu'on trouve au Bénin, au Burkina Faso, au Ghana et au Togo est un bon exemple de germplasm identifié pour sa précocité et qui a été largement utilisée dans la plupart des programmes d'amélioration des plantes en Afrique de l'Ouest (Andrews et Anand Kumar, 1996). Par le passé, plusieurs variétés populations telles que WC-C75, ICTP 8203 et Raj 171 ont été développées à partir des lignées de germplasm et largement cultivées en Inde. En développant ces variétés, les caractéristiques visibles comme la floraison, la hauteur des plantes, la taille et le format des chandelles, la taille et la couleur des grains sont gardés suffisamment uniformes dans l'optique d'identification variétale même si de nombreuses descendances (>50) sont utilisées pour la création de ces variétés populations de mil (ICMV 155, ICMV 221, et ICMV 88908) (Rai et al. 1999, Khairwal et al., 2007) développées en Inde. Les variétés développées en Inde et ITMV 8304 développée au Niger (INRAN 1985) sont des exemples probants d'exploitation des accessions pour des objectifs spécifiques.

Le mil, plante allogame préférentielle, possède d'énormes variabilités naturelles qui ont besoin d'être exploitées dans les programmes de recherche pour la sélection et / ou création des variétés à haut rendement grainier ou à fort potentiel fourrager.

Conclusion

L'évaluation des 72 accessions de mil a révélé une grande variabilité génétique pour les caractères étudiés. Cette variabilité est particulièrement intéressante pour le programme d'amélioration de cette céréale. L'identification d'accessions performantes montre qu'il est possible de développer des variétés à haut rendement grainier et des variétés à haut potentiel fourrager, ce qui constituerait une contribution importante pour la réduction de la faim et l'augmentation des productions animales.

References:

- Akmal M, Naeem M, Nasim S and Shakoor A. 1992. Performance of different pearl millet genotypes under rain fed conditions. J. Agric. Res., 30: 53-58.
- Anand Kumar K and Appa Rao S. 1987. Diversity and utilization of pearl millet germplasm. Pages 69-82 in Proceedings of the International Pearl Millet Workshop, 7-11 April 1986, ICRISAT, Patancheru, India (Witcombe JR and Beckerman SR, eds.). Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Andrews DJ and Anand Kumar K. 1996. Use of the West African pearl millet landrace Iniadi in cultivar development. Plant Genetic Resources Newsletter 105: 15-22.
- Andrews DJ, Rajewski JF and Anand Kumar K. 1993. Pearl millet- a new feed grain crop. Pages 198-208 in New crops (Janick J and Simon JE, eds.). New York, USA: John Wiley & Sons.
- Appa Rao S. 1999. Genetic resources. Pages 49-81 in Pearl millet breeding (Khairwal IS, Rai KN, Andrews DJ and Harinarayana G, eds). New Delhi, India: Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.
- Clotault J, Thuillet AC, Buiron M, Mita sd, Couderec M, Haussmana BIG, Mariac C and Vigouroux Y. 2012. Evolutionary history of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) and selection on flowering genes since its domestication. Molecular Biology and Evolution 29:1199-1212.
- FAO-ICRISAT. 1996. The world sorghum and millet economies facts, trends and outlook. Rome/Patancheru; Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropic, pp.1.
- Harlan JR. 1971. Agricultural origins: centers and noncenters. Science 174 : 468-474.

- INRAN. 1985. Catalogue des Variétés recommandées de mil, sorgho, niébé et autres cultures du Niger. Niamey, Niger : Institut National de Recherches Agronomiques du Niger. 66 pp.
- Kannan B, Senapathy S, Raj AGB, Chandra S, Muthiah A, Dhanapal AP and Hash CT. 2014. Association analysis of SSR markers with phenology, grain, and stover-yield related traits in Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). The Scientific World Journal, Volume 2014, Article ID 562327,14 pages.
- Khairwal IS, Yadav SK, Rai KN, Upadhyaya HD, Kachhawa D, Nirwan B, Bhattaacharjee R, Rajpurohit BS, Dangaria CJ, and Srikant. 2007. Evaluation and identification of promising pearl millet germplasm for grain and fodder traits. Journal of SAT Agricultural Research (5) 1.
- Kholová J and Vadez V. 2013. Water extraction under terminal drought explains the genotypic differences in yield, not the anti-oxidant changes in leaves of pearl millet (*Pennisetum glaucum*). Functional Plant Biology, 40,44–53.
- Manning K, Pelling R, Higham T, Schwenniger JL and Fuller DQ. 2011. 4500-Year old domesticated pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) from the Tilemsi Valley, Mali new insights into an alternative cereal domestication pathway. Journal of Archaeological Science 38: 12-322.
- Muhammad N, Muhammad SMC, Ahmad HK and Sultan S. 2002. Evaluation of Different Varieties of Pearl Millet For Green Fodder Yield Potential. Asian Journal of Plant Sciences, 1 (4): 326-327.
- Naeem M, Chauhan MSM, Khan AH and Salahudin S. 2002. Evaluation of different varieties of sorghum for green fodder yield potential. Asian J. Pl. Sci., 1: 142-143.
- Naeem M, Qadir G, Hussain M, Nasim S and Shakoor A. 1994. Yield potential of pearl millet cultivars under rainfed conditions of Pakistan. FLCG News Letter, 29: 2-3.
- Naeem M, Nasim S and Shakoor A. 1993. Performance of new pearl millet varieties under rainfed conditions. J. Agric. Res., 31: 295-298.
- Naeem M, Nasim S, Shakoor A and Akmal M, 1991. Performance of pearl millet cultivars under rainfed conditions. J. Agric. Res. 29: 191-196.
- OumarI, Mariac C, Pham J and Vigouroux Y. 2008. Phylogeny and origin of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) as revealed by microsatellite loci. Theoretical and Applied Genetics 117: 489-497.
- Rai KN, Murty DS, Andrews DJ and Bramel-Cox PJ. 1999. Genetic enhancement of pearl millet and sorghum for the semi-arid tropics of Asia and Africa. Genome 42: 617-628.
- Rao PP, Birthal PS, Reddy BVS, Rai KN and Ramesh S. 2006. Diagnostics of sorghum and pearl millet grains-based nutrition in India. International

Sorghum and Millet Newsletter 47: 93-96. Available at <http://oar.icrisat.org/1119>).

Sharma KC, Sharma RK, Singhania DL and Singh D. 2003. Variation and character association in fodder yield and related traits in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]; Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 63: 115-118.

Sumathi P, Sumamth M, and Vearabadhiran P. 2010. Genetic Variability for Different Biometrical Traits in Pearl Millet Genotypes (*Pennisetum glaucum* L.R.. Br.). Electronic Journal of Plant Breeding, 1 (4): 347-440.

Yadav OP and Weltzein RE. 2000. Differential response of pearl millet landrace based population and high yielding varieties in contrasting environments. Annals of Arid Zone 39: 39-45.