



GLOBAL JOURNAL OF SCIENCE FRONTIER RESEARCH: D
AGRICULTURE AND VETERINARY
Volume 21 Issue 3 Version 1.0 Year 2021
Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal
Publisher: Global Journals
Online ISSN: 2249-4626 & Print ISSN: 0975-5896

Faisabilité De La Culture Du Sorgho Pluvial En Contre Saison Dans Un Systeme D'irrigation Goutte A Goutte En Zone Soudano Sahelienne Du Cameroun

By Philippe Kosma, Yakouba Oumarou, Lando Manfouo
& Kamgang Ndada Alex

Université de Maroua

Abstract- Sorghum is a strategically important commodity for food security in Cameroon and several African countries. However, the yields remain low because of several constraints among which the variability of the climatic conditions. With the aim of contributing to the improvement of sorghum production, the present study was conducted to evaluate the growth and yield performance of 03 varieties of rain-fed sorghum grown in a dry-weather system in the Sudano sahelian zone.: Maroua-Cameroon. For this purpose a completely randomized block device has been adopted. The parameters of growth, flowering and yield were recorded and analyzed. The results of the analysis show that the three varieties flowered heterogeneously.

Keywords: *sorghum bicolor, dry season, irrigation, maroua.*

GJSFR-D Classification: FOR Code: 070199



Strictly as per the compliance and regulations of:



Faisabilité De La Culture Du Sorgho Pluvial En Contre Saison Dans Un Système D'irrigation Goutte À Goutte En Zone Soudano Sahélienne Du Cameroun

Philippe Kosma^a, Yakouba Oumarou^c, Lando Manfouo^p & Kamgang Ndada Alex^ω

Abstract- Sorghum is a strategically important commodity for food security in Cameroon and several African countries. However, the yields remain low because of several constraints among which the variability of the climatic conditions. With the aim of contributing to the improvement of sorghum production, the present study was conducted to evaluate the growth and yield performance of 03 varieties of rain-fed sorghum grown in a dry-weather system in the Sudano Sahelian zone.: Maroua-Cameroon. For this purpose a completely randomized block device has been adopted. The parameters of growth, flowering and yield were recorded and analyzed. The results of the analysis show that the three varieties flowered heterogeneously. Zouaye, which started flowering very early and reaches 50% flowering at 57 JAS behaves like an early variety in front of the S 35 and CS 54 which would be late varieties in off-season. In addition, the analysis of growth parameters including stem height (P-value $< 0.0055 \times 10^{-16}$), collar diameter (P-value $< 3.667 \times 10^{-16}$) and the number of tillers (p-value < 2.16), shows that there is a highly significant difference (p < 0.01) for these parameters. Regarding the yield parameters for panicle length and girth characters, the CS 54 variety records the highest score (28.47 cm and 17.34 cm) while S 35 has the best 1000 grain weight. The variety with the smallest length and panicle circumference gives the lowest yield (2.86 / ha for Zouaye) while the one with higher stem height and leaf length gives the highest yield (3, 35 t / ha) which corresponds to the CS 54. An observation makes the results of analysis of the yield variables shows that the three varieties can be produced in this system drip despite the effects of the off-season. Zouaye can be recommended as forage sorghum because of its high tillering performance; CS 54 would be indicated to increase grain sorghum production in the off-season in the Sudano-Sahelian zone.

Keywords: sorghum bicolor, dry season, irrigation, maroua.

Résumé- Le sorgho est une denrée d'importance stratégique pour la sécurité alimentaire au Cameroun et dans plusieurs pays d'Afrique. Cependant, les rendements demeurent faibles à causes de plusieurs contraintes parmi lesquelles les variabilités des conditions climatiques. Dans le but de contribuer à l'amélioration de la production du sorgho, la présente étude a été conduite pour évaluer les performances de croissance et de rendement de 03 variétés de sorgho pluviale cultivées dans un système goutte à goutte en contre

saison en zone soudano sahélienne du Cameroun. A cet effet, un dispositif en bloc complètement randomisé a été adopté. Les paramètres de croissance, de floraison et de rendement ont été relevés et analysés. L'analyse des paramètres de croissance notamment la hauteur des tiges (P-value $< 0.0055 \times 10^{-16}$), le diamètre au collet (P-value $< 3.667 \times 10^{-16}$) et le nombre de talle (p-value < 2.16), montre qu'il existe une différence hautement significative (p < 0.01) pour ces paramètres. De plus Les résultats de l'analyse montrent que les trois variétés ont fleuri de manière hétérogène. La variété Zouaye qui a débuté sa floraison très tôt et atteint les 50% de floraison à 57 JAS se comporte comme une variété précoce devant les variétés S 35 et CS 54 qui seraient des variétés tardives en contre saison. En ce qui concerne les paramètres de rendement pour les caractères longueur et circonférence de la panicule, la variété CS 54 enregistre le score le plus élevé (28,47 cm et 17,34 cm) tandis que S 35 présente le meilleur poids de 1000 grains. La variété ayant la plus faible longueur et circonférence de panicule donne le rendement le plus faible (2,86/ha pour la Zouaye) tandis que celle ayant une hauteur de tige et une longueur de feuille plus élevée donne le plus haut rendement (3,35 t/ha) qui correspond à la CS 54. Un constat fait des résultats d'analyse des variables de rendement montre que les trois variétés peuvent être produites dans ce système goutte à goutte malgré les effets de la contre saison. La variété Zouaye peut être recommandées comme sorgho fourrage vue sa performance élevée au tallage; CS 54 serait indiquée pour augmenter la production en sorgho grains en contre saison dans la zone soudano sahélienne.

Mots clés: sorghum bicolor, contre saison, irrigation, maroua.

I. INTRODUCTION

Le sorgho (*Sorghum bicolor*) est une plante moins exigeante en eau et en éléments minéraux par rapport aux autres céréales. C'est une plante bien adaptée aux zones semis aride peu fertiles (Nekeuam, 1983). En raison de sa capacité à résister à la sécheresse, même dans les zones où le nombre de jours de pluie est inférieur à 60 par an (Dembele, 2009), elle a de beau jour dans Sahel.

La tendance à l'amélioration de la production dans chacune des filières agricole sera accentuée au Cameroun au cours des campagnes 2017 et 2018, puisque les prévisions de décembre 2016 montraient

Author ^a ^c ^p ^ω: Ecole Nationale Supérieur Polytechnique de Maroua, Université de Maroua-Cameroon BP: 46 MAROUA-CAMEROUN.
e-mail: landmanfouo7@gmail.com

que grâce aux actions du Projet d'Investissement et de Développement des Marchés Agricoles (PIDMA), les rendements ont évolué (Adminon, 2017). Des améliorations des rendements sont aussi attendues dans la filière sorgho. Le PIDMA à travers ses objectifs vise à accroître la production du maïs, du sorgho et du manioc au Cameroun afin d'approvisionner les industries agro-alimentaires engagées dans les processus de réduction de leurs importations de matières premières. Ce projet agricole intéressant est une aubaine pour les agro-industries telles que Guinness Cameroun, filiale du brasseur Diageo, ou encore Nestlé Cameroun; avec lesquelles le PIDMA a déjà signé des conventions d'approvisionnement en matières premières. Selon le PIDMA, 2016 les besoins en céréales sont de: 200000 tonnes de maïs, 30000 tonnes de sorgho et 1,4 million de tonnes de racines fraîches de manioc afin de satisfaire la demande. Les besoins de Guinness Cameroun sont évalués à hauteur de 10000 tonnes par an. Or en 2016, seulement 5469 tonnes de sorgho ont été livrés (Adminon, 2017). Les producteurs de sorgho, regroupés en coopératives ont reçu la somme de 1,057 milliard FCFA dans le but d'augmenter la production nationale afin de réduire l'importation de sorgho, une matière première qui rentre dans la production de la bière (Adminon, 2017). Le gouvernement camerounais à travers ses différents centres de recherche (IRAD, CIRAD), partenaires privé (Guinness) et projet (projet C2D-sorgho) vise une amélioration de la filière afin de valoriser les méthodes de production intensive du sorgho et de ses dérivées en zone semi-aride du Cameroun. C'est dans cette même perspective que s'inscrit l'étude sur la faisabilité de la culture du sorgho pluvial en contre saison dans un système d'irrigation goutte à goutte en zone soudano sahélienne du Cameroun.

II. PROBLÉMATIQUE

Au Nord Cameroun, le contexte régional est caractérisé par des perturbations climatique et un accroissement rapide de la population qui a pour corollaire l'augmentation des besoins viviers et la diversification des besoins économiques (Mathieu 2005). Vu les effets du réchauffement climatiques sur le régime hydrique (baisse) accentué par la variabilité interannuelle et spatiale des précipitations (Somé, 1996; Bationo et Buerkert, 2001), il est très impératif de s'interroger sur les techniques de production capable d'assurer une meilleure production de sorgho le long de l'année afin de satisfaire au besoin de croissant du marché national et international du sorgho. Des études menées par des chercheurs et des projets sous la tutelle de l'IRAD à l'instar du projet C2D/PAR-SORGHO et le PIDMA sur la culture du sorgho ont montré avec succès que le sorgho possède dans son patrimoine génétique des gènes de résistances lui permettant de

s'adapter à des conditions climatiques défavorable à d'autres céréales comme le maïs. Cependant, malgré ses capacités d'adaptation génétiques, en culture le rendement moyen est inférieur à 1 t/ha (DGPSA/MAHRH, 2011). Dans un environnement marqué par le changement climatique, il serait donc nécessaire de mettre à la disposition des agriculteurs des variétés de sorgho performantes, tolérantes au stress hydrique et d'adopter de nouveau système de production plus efficient en eau afin de dégager une production cyclique du sorgho et par conséquent une augmentation des rendements.

III. METHODOLOGIE

a) Localisation du site d'étude

La présente étude a été menée dans la région de l'extrême nord Cameroun dans la structure Sahel Agro situé au quartier Kaliaore-Maroua, entre la société SOCODOTON et le Fond National de l'emploi (FNE). Par ailleurs, la ville de Maroua est située entre le 10°30' et 11° de latitude Nord et 14° et 14°30' de longitude Est. La ville de Maroua est également le chef-lieu département du Diamaré.

b) Matériels

i. Matériels biologiques

Il est constitué de trois variétés de sorgho pluvial à savoir une variété locale épurée (Zouaye) et deux variétés lignées (CS-54 et S-35) achetées à IRAD-Maroua. Ces variétés ont été choisies pour leurs qualités intrinsèques à savoir la valeur nutritionnelle et le rendement et leurs valeurs extrinsèques à savoir la demande du marché (agro-industrie).

ii. Matériels techniques

Pour la mise en place de l'essai, les outils suivants ont été utilisés. Il s'agit de:

- Une machette pour le nettoyage du champ;
- houe pour le labour;
- piquets pour réaliser le piquetage de la parcelle;
- double décamètre pour le dimensionnement et la mise en place du dispositif;
- ficelle Pour assurer la précision lors du dimensionnement;
- crayon à mine, stylos à bille pour la prise des données;
- balance de précision pour effectuer les pesées des grains après récolte;
- un quick de pompage électrique pour pomper l'eau du sol;
- machettes faucilles, sacs, cuvettes, bâches et étiquettes pour effectuer la récolte.

c) Méthodes

i. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé dans cette étude est un bloc de Fisher complètement randomisé avec trois traitements (Zouaye, S-35, CS-54) et trois

répétitions (blocs) comme le montre la figure 12. L'allocation des traitements aux unités expérimentales a été faite de manière aléatoire. Entre les parcelles élémentaires se trouvent les allées de 1m de largeur et entre les blocs les allées de 6m de longueur. Chaque unité Expérimentale mesure 15 m² soit 5m x 3m et comportant 5 lignes de 10 poquets et un plant par poquet, soit 50 plants par unité expérimentale, 150 plantes par bloc et pour les 3 variétés et 450 plants au total.

ii. Collecte des données

Paramètres de croissance

Les caractères morphologiques mesurés sont:

- Hauteur de la tige

La hauteur des plantes a été mesurée à l'aide d'un mètre ruban à 77 jours après semis et se poursuivant tous les sept jours. Sur chaque unité expérimentale, les dix plantes des poquets centraux ont fait l'objet de collecte des données. A l'aide d'une barre, posé sur sol, collé sur le long de la tige jusqu'à la feuille apicale la valeur de la hauteur du plant a été d'enregistré en centimètre.

- Longueur de la feuille

Mesurée sur les mêmes plantes que la taille, elle a été prise sur la deuxième feuille après la feuille apicale. Elle a été mesurée à partir de la gaine à l'extrémité de la feuille de chaque plante.

- Circonférence au collet

La circonférence au collet a été mesurée à l'aide du pied à coulisse gradué en centimètre, nous avons mesuré le diamètre de dix (10) plants par unité expérimentale. La prise des mesures concernant ce paramètre a débuté à la même période que la taille des plantes et s'est poursuivie tous les 7 jours, à l'aide d'une fiche de collecte.

- Nombre de tiges

Le nombre de tige a été évalué par comptage à partir 30 JAS jusqu'à la floraison et s'effectuait tous les 7 jours sur 10 plants suivant un ordre préalablement choisi à l'aide des fiches de collecte préétablis.

Paramètres de floraison

- Date début floraison

C'est la date à laquelle la première fleur d'une plante de la parcelle est apparue (Nombre de JAS). Cela a été évalué par un comptage en circulant entre ligne de chaque parcelle et suivant les variétés.

- Date de 50% floraison

C'est la date à laquelle 50% des plantes de la parcelle ont fleuri. La prise des données a été faite tous les deux jours qui ont suivi le début de la floraison. Sur chaque parcelle le nombre de plant ayant fleuri était compté et enregistré tous les deux jours jusqu'à ce que la moitié du nombre de plant présent sur parcelle fleurisse.

- Date fin floraison

C'est la date à laquelle l'ensemble des plantes présent sur parcelle ont fleuri. Elle correspond au début de la montaison. Sur chaque parcelle le nombre de plant ayant achevé fleuraison était compté et enregistré tous les deux jours jusqu'à ce que l'ensemble des plants

Paramètres de rendement

- Longueur de la panicule

La longueur de la panicule a été mesurée après la maturité de la panicule. Elle a été prise à l'aide d'un mètre ruban sur les panicules des 10 plants préalablement choisie. C'est précisément la distance entre le nœud limitant la tige à la panicule et le dernier grain supérieur sur les mêmes plants que les autres paramétrés ont été pris.

- Circonférence de la panicule:

Sur les mêmes panicules que la longueur a été prise, la circonférence. A l'aide d'un mètre ruban la circonférence de la panicule a été mesurée.

- Poids de 1000 graines

Après un comptage manuel de 1000 graines, le poids de 1000 grains (PG) a été obtenu par pesée à l'aide de la balance électronique.

- Rendement en grain

Après récolte et battage des panicules récoltées sur chaque unité expérimentale le poids des grains a fait l'objet de mesure à l'aide d'une balance afin d'obtenir le rendement de chaque variétés.

Analyse des données

Les données collectées ont été saisies et mises en forme avec le logiciel Microsoft office Excel 2010. Ensuite elles ont été importées (séparateur: tabulation) dans le logiciel R version 3.3.1 pour analyse.

IV. RESULTATS ET DISCUSSION

a) Evaluation des paramètres croissance des trois variétés de sorgho testées

Le tableau 3 compare les valeurs moyennes des paramètres morphologiques des trois variétés de sorgho pluvial testées.

Tableau 1: Valeurs moyennes des paramètres morphologiques

Variétés	Paramètres morphologiques			
	Hauteur de la tige (cm)	Diamètre au collet (mm)	Nombres de talle	Longueur de la feuille (cm)
CS 54	136,57±7,54 ^b	30,80±1,15 ^b	1±0,49 ^c	93,61±6,78 ^{ab}
S 35	137,11±3,61 ^b	30,65±1,41 ^b	2±0,83 ^b	96,87±4,85 ^b
ZOUAYE	122,01±7,12 ^a	27,75±1,52 ^a	5±1,07 ^a	93,21±3,92 ^a

Pour chaque paramètre, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (ANOVA).

Les résultats de l'ANOVA montrent que les variétés CS 54 et S 35 sont identiques pour les caractères hauteur de tige et diamètre au collet. Cependant pour le caractère longueur de la feuille, on note une différence entre la S 35 et la Zouaye mais une similitude d'une part entre la CS 54 et la Zouaye et d'autre part entre la CS 54 et la S 35. Le nombre de talle diffère significativement entre toutes ces variétés et c'est la variété Zouaye qui présente plus de talles.

Le tableau présente les différents P-value comparants les variétés pour chaque paramètre mesuré. La p-value perçu entre les variétés montre qu'il existe une différence hautement significative pour l'ensemble des caractères de croissance étudiés au seuil de 5%. Cela met en évidence une plus grande diversité des caractères de croissance entre les trois variétés testées. Bien plus elle témoigne de

l'hétérogénéité des variétés du point de vue phénotypique. Ces résultats corroborent celui obtenu en système pluvial à l'IRAD en 2016 qui enregistrait une différence hautement significative sur l'ensemble des paramètres de croissance pour ces mêmes variétés lors du test d'adaptabilité mené par Danbé (2016). De même, Chantereau, (1998) observe une différence significative du nombre de talle et diamètre au collet en culture de décrue sur différentes variétés de sorgho et explique cela par l'effet de la photopériode tandis Oudraogo *et al.*, (2009) qui a étudié la diversité agromorphologique des sorghos pluvial au burkina explique cela par un effet du tallage. Kaboui(2017) signale également une différence hautement significative pour ces paramètres lors de son étude sur l'effet du tallage sur les caractères agro morphologique de 12 accessions de de sorgho. Par contre Kouamé, (2011) en étudiant la diversité des sorghos cultivés en système pluvial en côte d'ivoire n'observe de différence significative pour le nombre de talle.

Tableau 2: Valeurs de P-value de l'effet des différents paramètres morphologiques testés

Paramètres mesurés	Source de variation		
	Effet variété	Effet bloc	Interaction Variété x bloc
Taille des plants	< 2.2e-16 ***	0.0001198 ***	0.0094012 **
Diamètre au collet	<3.677e-14 ***	0.6348	0.5253
Longueur de la feuille	<0.0005234 ***	8.830e-12 ***	2.394e-06 ***
Nombre de talles	<2e-16 ***	0.1250	0.8244

b) Poids de 1000 grains (PG)

La figure 18 présente les valeurs moyennes du poids de 1000 grains des différentes variétés de sorgho testées.

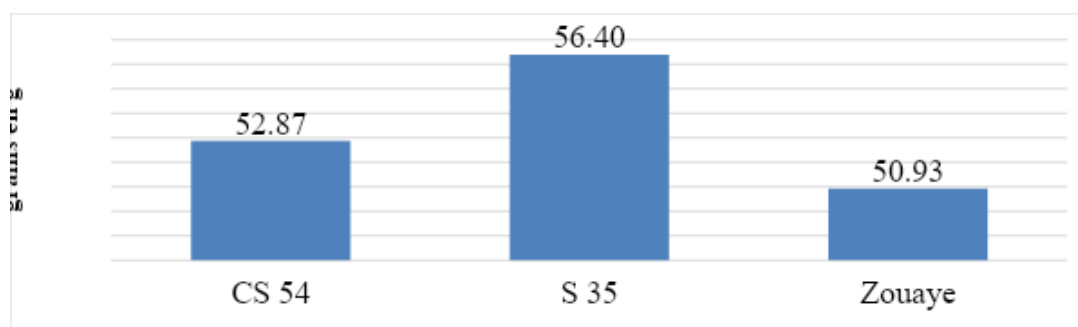


Figure 1: Variation du poids de 1000 grains

Le poids moyen de 1000 grains le plus grand est obtenu chez la variété S 35 avec une valeur de 56,40g et le poids moyen le plus petit est obtenu chez la Zouaye avec une valeur de 50,93 g qui est légèrement inférieur à celui de la CS 54 qui est de 52,87g. L'analyse de variance au seuil de 5% du poids de 1000 grains montre qu'il n'existe pas de différence significative entre ces variétés en ce qui concerne le poids de 1000 graines. Ces résultats ne concordent pas avec celui de HIEMA (2005) qui a obtenu une différence significative

en étudiant les paramètres agro morphologique des sorghos de décrue en saison pluviale au Burkina en système de décrue. De même FITA (2015) dans ces travaux sur cette même variété en système pluvial obtient une différence significative pour ce paramètre.

c) *Evaluation du rendement des trois variétés de sorgho testées*

La figure 19 présente la valeur moyenne du rendement des différentes variétés à testées.

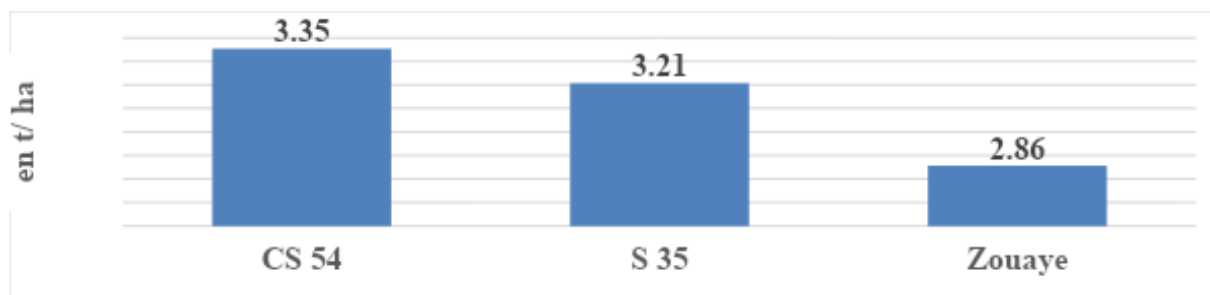


Figure 2: Variation du rendement des variétés de sorgho

La Zouaye a le plus petit rendement moyen avec une valeur de 2,86 t/ha suivie de la S 35 avec une valeur de 3,21 t/ha et de la CS 54 qui a le plus haut rendement moyen avec une valeur de 3,35 t/ha. Cependant, l'analyse de variance au seuil de 5% montre qu'il n'existe pas de différence significative entre le rendement des 3 variétés testées. Ce résultat n'est conforme à celui obtenu par Danbé (2017) qui note différence hautement significative lors de l'étude portant sur l'impact de la variabilité de la pluviométrie sur ces variétés de sorgho en système pluvial. Une différence notoire est également obtenue par Fita (2015) en évaluant les effets des cendres de neem sur les paramètres morphologiques de ces mêmes variétés en condition pluvial qui donne un rendement de 4,5 t/ha pour la S 35, 4 t/ha pour la CS 54 et la Zouaye. Cette variation serait due à l'effet de la contre saison sur ces variétés.

V. CONCLUSION

dans cette étude, il était question de: L'objectif poursuivi à travers cet essai était d'évaluer les comportements agro morphologiques de 3 variétés sorgho pluvial en contre saison dans un système d'irrigation goutte à goutte en zone soudano sahélienne du Cameroun afin de mettre à la disposition des producteurs et consommateurs une gamme de variétés productives et tolérantes aux différents aléas climatiques. L'analyse de variance et en composante principale nous a permis de dégager les résultats selon lesquelles les variétés de sorgho testées réagissent de manière différentes dans ce système de culture tant au niveau des paramètres de croissances tels que la taille, la longueur de la feuille, le nombre de talle et la circonférence au collet que sur les paramètres de

rendement (la floraison, la circonférence et la taille de la panicule et le rendement grain). Ainsi au niveau de la floraison nous avons identifié la Zouaye comme variété précoce avec un cycle semis-50% floraison de 57 jours. De plus les résultats des paramètres de croissance (la hauteur des tiges, le diamètre des tiges, la longueur de la feuille et le nombre) ont montré des différences hautement significatives au seuil de 5% entre les variétés. Au niveau des paramètres de rendement, (Poids de 1000 grains) la S 35 a enregistré le meilleur poids (56,4 g). La CS 54 possède la plus grande longueur et circonférence de la panicule soit respectivement de 17,35 cm et 28,47 cm et par conséquent le plus haut rendement soit de 3,35 t/ha.

De cette présente étude, on peut conclure que les caractères morphologiques observés ont permis d'évaluer les performances agronomiques des différentes variétés étudiées dans la zone. La variété S 35 montre qu'elle peut être bien cultivée en saison de pluie qu'en saison sèche en zone soudano-sahélienne.

Dans le souci d'améliorer les rendements et de répondre à la demande croissante des ménages et des agro-industries, le score réalisé par la variété CS 54 et la variété S-35 montre que celles-ci peuvent être intégrées dans un programme d'évaluation approfondie afin de les vulgariser dans un programme de vulgarisation en contre saison ou en irrigation.

BIBLIOGRAPHIES

- Adam, L., P. Döll, C. Prigent, and F. Papa, 2010: Global-scale analysis of satellite derived time series of naturally inundated areas as a basis for floodplain modeling. *Adv. Geosci.*, 27, 45-50, doi: 10.5194/adgeo-27-45-2010.

2. Adminon., 2017. Agriculture- agro-industrie, Cameroun, Industrie/Manufacturing March P-28
3. AGRI-STAT, juillet 2012.: Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole Campagnes P 56
4. Balole, T.V. & Legwaila, G.M., 2006. *Sorghum bicolor* (L.) Moench In: Brink, M. & Belay, G. (Editeurs). PROTA 1: Cereals and pulses/Céréales et légumes secs. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Pays Bas P 101.
5. Barnaud A., 2007. Savoirs, pratiques et dynamique de la diversité génétique: le sorgho (*Sorghum bicolor* ssp. *bicolor*) chez les Dupa du Nord Cameroun. Thèse de doctorat, Université de Montpellier II, France, P 230.
6. Barrault J, Eckebil JP, Vaillie T. 1972. Point des travaux de l'IRAT sur les sorghos repiqués du Nord – Cameroun. *l'agronomie Tropicale* 27(8) 791–814.
7. Bello R., 2016.Caractérisation du système de culture et optimisation de la densité de repiquage pour un meilleur rendement du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) moench) de contre saison a là. Mémoire de fin d'études présente et soutenu en vue de l'obtention d'un diplôme d'ingénieur agronome. ISS/ Université de Maroua P 98.
8. Bertrand M., 2005. Une démarche agronomique pour accompagner le changement technique. Cas de l'emploi du traitement herbicide dans les systèmes de culture à sorgho repique au Nord Cameroun. Agronomie. INAPG (Agro Paris Tech), Français P 47.
9. Bourema Dembéle, Manuel de formation pour la production de semences de sorgho. Mai 2011,P 36.
10. Brabant P. et Gavaud M., 1985. Les sols et les ressources en terres du Nord-Cameroun P 21
11. Bring., 2006. Evaluation des ressources en eau atmosphérique au Nord-Cameroun à l'aide des méthodes conventionnelles et satellites, Thèse de Géographie de l'Université de Ngaoundéré, Cameroun, Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines, P 358
12. Burkill L.H., 1937. Les origines et la diversité des races cultivées de sorgho. *Revue de botanique appliquée et d'agriculture tropicale* 17 (191): 485-495.
13. Chantereau J. (2001): Genetics, Genomics and Breeding of Sorghum. Yi-Hong Wang,Hari D. Upadhyaya,Chittaranjan Kole, P 138
14. Chantereau J. et Nicou R., 1991. Le Sorgho. Le technicien d'agricultures tropicale. Wageningen: CTA, P 60.
15. CIRAD-CA/CALIM, 2002. Fichiers variétal, équipe ressources génétiques, TA70/01Montpellier Cedex 5, France
16. Clerget B., 2004. Le rôle du photopériodisme dans l'élaboration du rendement de trois variétés de sorgho cultivées en Afrique de l'Ouest. Thèse de doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon, France, P 192.
17. Dahlberg, J. and Wasylikowa, K. 1996. Image and statistical analyses of early sorghum remains (8000 BP) from the Nabta Playa archaeological site in the Western Desert, southern Egypt. *Vegetation History and Archaeobotany* 5(4):293-299
18. Dahlberg, J., Berenji, J., Sikora, V. and Latkovic, D. 2011. Assessing sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench] germplasm for new traits: food, fuels & uses. *Maydica* 56(2):85-92.
19. Danbé Nicodème, 2017. Impact de la variabilité pluviométrique sur la production du sorgho pluvial dans les sous-zones agro écologique soudano sahéliennes du Cameroun,P 76.
20. De Wet et J.M.J., Harlan J.R.. et Price E.G., 1970. Origin of variability in the Spontanea complex of *Sorghum bicolor*. *American Journal of Botany* 57 (6): 704-707
21. Direction des études et projets agricoles, Ministère de l'agriculture.1998. Politique agricole: de nouveaux défis. Éd. DEPA.
22. Dogett H, 1988. Sorghum. 2nd ed. New York (Etats-Unis), P 30.
23. Doggett H. 1988. Sorghum. Longman Scientific and Technical, Essex, England, UK. P 512.
24. DSCN, 2002. Condition de vie des ménages et profil de pauvreté à l'Extrême-Nord Cameroun en 2001, P 19
25. F.A.O. Irrigation and Drainage paper, n° 56, FAO, Rome, 1998.
26. FAO STAT, 2010. Crops primary equivalent. Retrieved on 16th May, 2011
27. FAO, 1990. Cameroun. Mission d'identification générale de projets agricoles. FAO/DDC rapport 103/90 AF-CMR 29. Rome.
28. FAO, 1990. Gestion des eaux en irrigation: manuel de formation n° 5 sur les méthodes d'irrigation, P 39
29. FAO, 1998. Les aménagements hydro-agricoles en Afrique: situation actuelle et perspectives. Rapport sur l'eau N°5, P 333.
30. FAO, 2004. Agriculture mondiale-Horizon 2015-2030, ed. FAO, P 94.
31. FAO, 2006. AQUASTAT base de données. <http://www.fao.org/ag/aquastat> <http://www.fao.org/docrep/005/y3618f/y3618f08.htm>.
32. FAO, 2008. Manuel des techniques d'irrigation sous pression. Seconde édition, Rome, Italie; P 308.
33. Fenouillet, F. 2009. Vers une approche intégrative des théories de la motivation. In P., Carré & F., Fenouillet (Ed.), *Traité de psychologie de la motivation*, Paris P 45.
34. Fita Victorine, 2015.Evaluation de l'effet des cendres de neem sur paramètres agro mophologiques de trois variétés de sorgho pluviales dans la zone Soudano sahélienne du Cameroun, P 40.

35. Fokou Y O., 2015. Adaptation locale des variétés de sorgho repiqué (*Sorghum bicolor*) à la variabilité climatique dans la Région de l'Extrême-Nord, Cameroun. Thèse de fin d'étude, Université de Dschang, P 70.
36. Haïcha D.A., 2014. Evaluation participative de douze variétés élités de sorgho repiqué dans trois localités de l'Extrême-Nord Cameroun. Mémoire de fin de formation ISS, Université de Maroua Université de Maroua P 107
37. Harlan J.R., de Wet J.M.J., 1972. A simplified classification of cultivated sorghum. *Crop.Sci.*, 12: 172-176
38. House L. R., 1987. Manuel pour la sélection du sorgho (2^{ème} édition), ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh 502324, Inde, P 70.
39. House, L. R. 1985. A guide to sorghum breeding. Second Edition. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Andhra Pradesh, India. P 212.
40. IBPGR/ICRISAT, 1993. Descriptors for sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy; International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India, P 38 .
41. ICRISAT, 2011. Résultats clés des recherches sur l'Afrique de l'Ouest et du centre. P 30
42. INS., 2015. Annuaire statistique du Cameroun Chapitre 14: Agriculture MINADER/DESA, édition 2015 P 232-255
43. IRAD, 2014: Institut de recherche agricole pour le Développement, site officiel (www.iradcameroun.org). Consulté en mai 2014.
44. IRAD. (2017): Institut de Recherches Agricole pour le Développement, site officiel (www.iradcameroun.org). Consulté en Avril 2017.
45. J.-P. Pierre, 1872. de taller, suff. -age*. Cf. tallement « action de taller » 1835 (Maison rustique 19^{et}. 1, P. 224) – Lar. 20^e.
46. Kaboui A, 2017. Effets du tallage aérien sur les caractères agro-morphologiques de 12 accessions de sorgho repiqué (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) à Laf P 40
47. Kebe B. 2002. Le rôle du sorgho de décrue dans la sécurité alimentaire au Sahel, In Comas J., Gomez., (eds.). La culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre: situation actuelle et définition d'un plan d'action régional, Madrid, AEI/FAO. P 23-30.
48. Kosma Philippe, 2018. Cours de méthodologie de la recherche et expérimentation agricole, P 36-45
49. Kouame G., Koffi C., Akanvou L., Akanvou R., Zoro Ba., Kouakou K.C. et N'DA H.A., 2011. Diversité morphologique du sorgho (*Sorghum bicolor*. moench) cultivé au nord de la côte d'ivoire. Rev. Ivoir. Sci. Technol., 17 (2011) 125 - 142 ISSN 1813-3290. P 18
50. Lobell, D. B., Hammer, G. L., Chenu, K., Zheng, B., McLean, G. and Chapman, S. C. 2015. The shifting influence of drought and heat stress for crops in Northeast Australia. *Global Change Biology* 21(11):4115-4127.
51. Mathieu B., 2005. Une démarche agronomique pour accompagner le changement climatique: Cas de l'emploi du traitement herbicide dans les systèmes de culture à sorgho repiqué au Nord-Cameroun. Thèse de doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon, France, P 239.
52. Memento de l'agronome, 2002 4^{èmes} éditions, P 212.
53. MINADER /DESA /AGRI STAT, (2007). Annuaire des statistiques du secteur agricole, campagne 2004 & 2005. Agri – stat n° 013.
54. Ministère de l'agriculture. 2000. Annuaire des statistiques du secteur agricole 1999/2000. Éd. DEPA Cellule des enquêtes et statistiques. P 34
55. Ministère des mines, de l'eau et de l'énergie, 2002. Etat actuel de la mobilisation des ressources en eau au Cameroun – contraintes et perspectives. éd. MINMEE-DEAU-SDAE
56. Molden, D. (2004): Irrigation Performance and Impact Assessment. Extraits du Guidelines on Irrigation and Drainage Performance Assessment: P 13.
57. Murtyd.S., Tabo R., et Ajayi o. (1995): Production et gestion des semences hybrides du sorgho. Bulletin d'information N°41, ICRISAT, P 68.
58. Nicolas N. 2007. Utilisation du sorgho en alimentation animale. Thèse de doctorat vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon P 108.
59. Olivry, 1996: Hydrologie du lac Tchad. Paris, ORSTOM. Coll Monographie hydrologique P 14
60. OMD: Rapport régional de progrès des objectifs du millénaire pour le développement région de l'Extrême-Nord, P.1-34.
61. OMM UNESCO, 2012. Glossaire International d'Hydrologie [Ouvrage]. Genève: OMM. P 469.
62. Ouedraogo M. 2014. Etude de la diversité agro-morphologique du sorgho et identification de cultivars tolérants au stress hydrique post floral. Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Agriculture, Centre Agricole Polyvalent De Matourkou, Burkina Faso, P 543.
63. PANGIRE, 2009. Etat des lieux du secteur eau et environnement, rapport final, P 6-8.
64. Pennec F., (2009). Utilisation de la Base de données et du SIG pour l'étude de la diversité des plantes cultivées dans le Bassin du Lac Tchad. Application dans trois agro-systèmes du Nord.
65. Perrot N., Gonne S. et Mathieu B., 2002. Biodiversité et usages alimentaires des sorghos muskuwaari au Nord-Cameroun. In: Colloque Méga-Tchad, De Garine H. et al., (eds). Paris, IRD. so.73.
66. PNUD- MINEPAT, 2000: Rapport annuel d'activité.

67. Raimond C., 1999. Terres inondées et sorgho repiqué: évolution des espaces agricoles et pastoraux dans le bassin du Lac Tchad. Thèse de doctorat de Géographie, Université Paris 1, P 216
68. Ratnadass A., Djimadounngar K. 2002. Les insectes ravageurs des sorghos repiqués ou cultivés en conditions de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre, In Comas J., Gomez-MacPherson H., (eds.). La culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du Centre: situation actuelle et définition d'un plan d'action régional, Madrid, AECL/FAO. P 65-80.
69. Raunet M., 2003. Quelques clés morphologiques pour le Nord Cameroun à l'usage des agronomes, P.1-65
70. René C., 1991. Le Sorgho. Anthologie de développement au sahel. Sahel point Doc. Editions Maisonneuve et Larose 15, rue Victor - Cousin F 75005 PARIS
71. Seignobos C., Iyebi-Mandjek O. 2000. Atlas de la province Extrême-Nord Cameroun.
72. Paris. Sine B. 2003. Evaluation d'un core collection de sorgho en conditions de déficit hydrique pré-floral. Mémoire de DEA, Université Cheick Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Dakar, P 75.
73. Shewale, S. D. and Pandit, A. B. 2011. Chapter 1: Uses of sorghum and value addition. Pages 181 in T. D. Pereira, ed. Sorghum: Cultivation, varieties and uses. Nova Science Publishers, Inc., New York.
74. Sine B. 2003. Evaluation d'un core collection de sorgho en conditions de déficit hydrique pré-floral. Mémoire de DEA, Université Cheick Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Dakar, P 75.
75. USDA, 2016. World Agricultural Production. COMMODAFRICA, Afrique - Céréales novembre 2016, P 24.
76. Vaksman M., Traore S.B., Niangado. 1996. Le photopériodisme des sorghos africains. Agriculture et développement, 9: P 13-18.
77. Vom Brocke K., Barro-Kondombo C., Trouche G., Kambou D., Palé G., Compaoré D. 2008: Production de semences de sorgho en milieu paysan au Burkina Faso Edition: Nicole Pons. 32 P 27_
78. Wassouo Alain Felix, 2016. Cours des cultures céréalières, P 32.
79. Zolikpo A S, 2011. Caractérisation agromorphologique des cultivars traditionnels de sorgho colorant (*Sorghum bicolor*) au Bénin. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'ingénieur agronome Université d'Abomey-Calavi (Bénin), P 66.