

Influence du régime hydrique sur les performances agronomiques de quatre variétés de gombo

**Kouassi Joseph KOUAKOU^{1*}, Manéhonon Martine BEUGRE², N'dri Jacob KOUASSI²
et Jaures Jean YAO²**

¹ *Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire*

² *Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

* Correspondance, courriel : ecologue12@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier la tolérance au stress hydrique d'une variété locale (Tomi) et de trois variétés industrielles (Emerald, Hiré, Yodana) de gombo. Ces quatre variétés ont été soumises, en début de floraison, à trois régimes hydriques, à savoir, l'arrosage quotidien, l'arrosage chaque trois jours et l'arrosage chaque deux jours. La hauteur et la surface foliaire les plus élevées ont été enregistrées chez la variété Emerald. Chez toutes les variétés, la quantité de fruits produits diminue avec le manque d'eau. La variété Tomi semble avoir le meilleur rendement à chaque régime hydrique. Elle est la plus adaptée à la sécheresse.

Mots-clés : *tolérance, stress hydrique, variétés de gombo, floraison, sécheresse.*

Abstract

Influence of the water regime on the agronomic performances of okra four varieties

The purpose of this work is to study the tolerance to water stress of okra local variety (Tomi) and three industrial varieties (Emerald, Hire, Yodana). These four varieties were subjected, at the start of flowering, to three water regimes, namely, daily watering, watering every three days and watering every two days. The highest height and leaf area were recorded for Emerald variety. In all varieties, the amount of fruits produced decreases with the lack of water. Tomi variety seems to have the best yield on each water regime. It is best suited to drought.

Keywords : *tolerance, water stress, okra varieties, flowering, drought.*

1. Introduction

La Côte d'Ivoire, dès son indépendance, a fondé son économie sur l'agriculture. Cette agriculture est dominée par les cultures de rente telles que le caféier, le cacaoyer, le palmier à huile, le coton, l'hévéa [1]. Mais, les cultures vivrières et maraîchères, qui occupent 85 % de la population active agricole [1] et qui constituent la base de l'alimentation directe des ivoiriens [2], sont souvent délaissées par l'Etat. En effet, le secteur des

cultures vivrières et maraîchères souffre d'une insuffisance d'incitations pour les producteurs et d'une amélioration de la productivité. Parmi les cultures vivrières, figure le gombo qui fait partie des légumes les plus consommés en Côte d'Ivoire [3]. Il appartient à la famille des Malvaceae. Deux espèces sont identifiées en Côte d'Ivoire, à savoir, *Abelmoschus esculentus* et *Abelmoschus caillei* [4]. Le gombo se consomme sous deux formes (fraîche et sèche) et possède de nombreuses vertus. Sur le plan nutritionnel, il contient de nombreux éléments tels que le calcium, les glucides, les protéines, les vitamines A et C, le fer, le phosphore, le potassium et le magnésium [5]. Aussi, toutes ses parties (racines, tige, feuilles, fruits, graines), bien qu'exploitées sur le plan alimentaire, sont très utilisées sur le plan médicinal, artisanal et même industriel [6]. Le gombo est cultivé sur toute l'étendue du territoire ivoirien et la production annuelle est d'environ 100 000 tonnes [4]. Longtemps considéré comme une culture marginale [7], il constitue, de nos jours, un légume rémunérateur pour les paysans du fait de son fort potentiel de vente sur les marchés ruraux et urbains [8]. Il génère des ressources financières non négligeables, susceptibles de satisfaire de nombreux besoins [8]. Le prix du kilogramme varie de 700 à 1500 FCFA sur les marchés locaux Ivoiriens [9]. Hormis la faiblesse des incitations de l'Etat, la culture du gombo est confrontée au manque d'intrants adéquats et de main d'œuvre qualifiée, à la mauvaise pratique culturale, à la baisse de la fertilité des sols [10] et à la déficience des régimes pluviométriques qui se traduisent par des contraintes hydriques [11] qui peuvent être sévères et erratiques [8]. Plusieurs auteurs [12 - 14] ont rapporté que la sécheresse impacte négativement sur des fonctions (nutrition, production primaire, reproduction) du gombo. En Côte d'Ivoire, peu de travaux scientifiques ont été consacrés à la tolérance à la sécheresse des différentes variétés de gombo. Le présent travail se propose de contribuer à combler cette lacune de connaissance. Son objectif principal est d'étudier la tolérance au stress hydrique de quatre variétés de gombo.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'étude

L'étude a été menée sur la parcelle expérimentale de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa. La ville de Daloa est située au centre-ouest de la Côte d'Ivoire, à 6°53 de latitude nord et à 6°27 de longitude ouest. Elle a une superficie de 3 876 km² pour une population estimée à 245 360 habitants [15]. Elle est située dans une région qui est sujette à quatre saisons réparties comme suit : une grande saison des pluies, allant d'avril à mi-juillet, une petite saison sèche, de mi-juillet à mi-septembre, une petite saison des pluies, de mi-septembre à novembre, et une grande saison sèche, de décembre à mars. Il s'agit d'une zone tropicale humide avec une végétation de forêt dense à évolution régressive, due à la pratique d'une agriculture extensive et itinérante couplée à l'exploitation incontrôlée des essences forestières [1]. Le patrimoine édaphique est de type ferrallitique. Les précipitations ont connu une baisse, passant de 1868,5 mm, en 1968, à 1120,4 mm de pluie en moyenne, en 2005. La région connaît une baisse de la pluviométrie de l'ordre de 40 % [16].

2-2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de graines d'une variété locale, Tomi, communément appelée Soundè, et de trois variétés industrielles de gombo (*Figure 1*). Ces dernières sont Emerald, Hiré et Yodana. Les graines ont été achetées dans une structure spécialisée de vente des semences. Quant à la variété locale, les graines ont été achetées sur le marché local à Daloa.

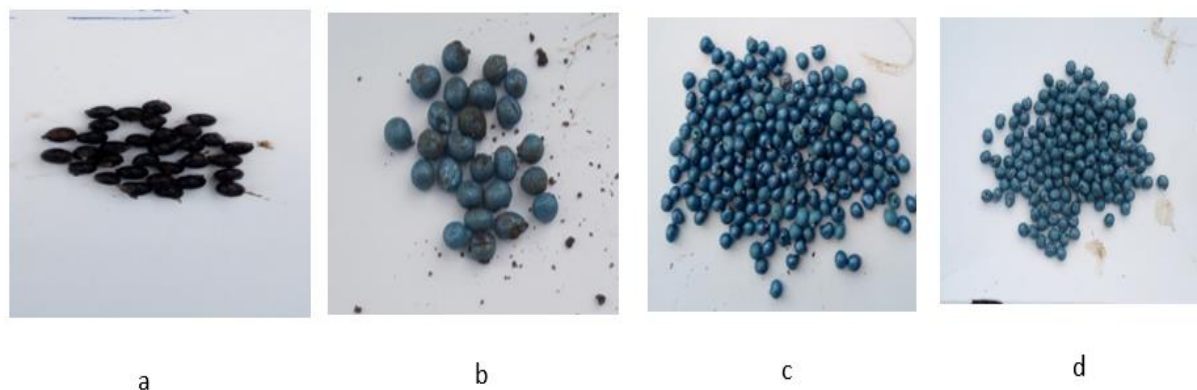


Figure 1 : *Graines des quatre variétés de gombo étudiées, (a) Tomi, (b) Emerald, (c) Hiré et (d) Yodana*

2-3. Méthodes

2-3-1. Dispositif expérimental

Pour la réalisation de l'expérience, une parcelle de 12 m² a été désherbée à la machette puis sarclée à la daba. Ensuite, une installation de trois blocs (bloc 1, bloc 2 et bloc 3), ayant chacun 5,2 m² (4 m x 1,3 m) de superficie, a été effectuée. Les différents blocs sont séparés d'une distance de 1 m. Chaque bloc est constitué de quatre rangées où chacune représente une variété. Le sol qui a servi de substrat pour l'expérimentation a été prélevé au moyen d'une daba à 10 cm de profondeur sur une parcelle en jachère, désherbée à la machette. Il s'en est suivi le remplissage des sachets noirs en polyéthylène qui ont servi de supports aux milieux de culture. Les côtés des sachets ont été troués pour laisser égoutter l'eau après l'arrosage. L'étude a nécessité 300 milieux de culture répartis dans trois blocs, à raison de 100 par bloc, soit 25 par variété. Avant le semis, les graines ont été soumises au test de flottaison pour sélectionner celles qui sont saines. A cet effet, elles ont été mises dans un bocal contenant de l'eau de robinet. Les graines flottantes ont été retirées pour ne conserver que celles ayant coulé. Chaque milieu de culture a reçu deux graines, semées à une profondeur de 3 cm. Après le semis, l'ensemble des blocs a continué de recevoir un arrosage quotidien, matin et soir, jusqu'à l'apparition des premières fleurs. L'arrosage s'est fait à l'eau de robinet, à raison de 1 L par plant. Six jours après le semis, les premières levées ont été constatées au niveau de chaque variété. Le démariage a été effectué 10 jours après le semis pour conserver le plant le plus vigoureux par milieu de culture. En début de floraison, nous avons procédé à la pose d'une toiture en bâche transparente sur les blocs 1 et 2 afin de les protéger contre la pluie. Deux régimes hydriques différents ont été appliqués à ces deux blocs. Les blocs 1 et 2 ont reçu, respectivement, un arrosage chaque deux jours (chaque 48 heures) et trois jours (chaque 72 heures). Le bloc 3, non recouvert, a reçu un arrosage quotidien jusqu'à la fin de l'étude. L'arrosage s'est fait à l'eau de robinet, à raison de 1 L par plant. Cependant, aucune fertilisation n'a été effectuée.

2-3-2. Collecte des données

Les données ont été relevées sur 18 plantes au niveau de chaque bloc et par variété. La récolte des fruits a été effectuée à la maturité physiologique, huit semaines après le semis. Elle s'est effectuée de façon échelonnée et s'est réalisée deux fois par semaine. Le poids moyen des fruits a été déterminé avec une balance électronique. Les fruits ont été groupés par plante, par bloc et par variété à chaque récolte. La circonférence, le nombre de feuilles, la surface foliaire et la hauteur de la plante ont été relevés sur chacune de ces plantes à partir de la floraison.

2-3-3. Analyse des données collectées

Tous les tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel Statistica version 7.1. L'analyse de la variance (ANOVA 2) a été utilisée pour évaluer l'effet de la variété, de la fréquence d'arrosage et de l'interaction variété-fréquence d'arrosage sur les paramètres agronomiques étudiés. Lorsqu'une différence significative a été observée ($P < 0,05$) entre les différents facteurs étudiés pour un paramètre donné, des comparaisons multiples ont été effectuées en utilisant le test LSD au seuil 5 %. Ce test a permis d'identifier le ou les facteurs qui induisent significativement cette différence.

3. Résultats

3-1. Effet de la variété de gombo sur les paramètres agronomiques

Les résultats de l'effet de la variété de gombo sur les paramètres agromorphologiques sont consignés dans le **Tableau 1**. La variété Emerald est la plus haute. Les hauteurs de la variété Tomi et Yodana sont de même ordre de grandeur et occupent le second rang. La variété Hiré a une hauteur intermédiaire entre celle d'Emerald, de Tomi et Yodana. Pour ce qui concerne le nombre de feuilles et le poids des fruits, les valeurs sont de même ordre de grandeur. Les circonférences du collet chez Tomi, Emerald et Hiré sont presque égales et sont plus élevées que la valeur enregistrée chez Yodana. Emerald a présenté la plus grande surface foliaire et est suivi de Tomi. Les surfaces foliaires de Hiré et de Yodana sont de même ordre de grandeur et sont les plus faibles. La différence entre les quantités de fruits produits par Tomi, Hiré et Yodana n'est pas significative. Mais, ces trois variétés ont produit plus de fruits que Emerald.

3-2. Effet de la fréquence d'arrosage sur les paramètres agromorphologiques du gombo

Les données du **Tableau 2** ont révélé que, pour tous les paramètres agromorphologiques étudiés, les valeurs les plus élevées ont été obtenues lorsque l'arrosage s'est effectué tous les jours (R_7). Hormis le paramètre "nombre de feuilles", les valeurs intermédiaires ont été enregistrées avec R_3 . Au niveau du nombre de feuilles, R_2 et R_3 ont présenté des valeurs de même ordre de grandeur.

3-3. Effet de l'interaction variété - fréquence d'arrosage sur les paramètres agromorphologiques du gombo

Les résultats sur l'effet de l'interaction "variété-fréquence d'arrosage" sur les paramètres agromorphologiques du gombo sont consignés dans le **Tableau 3**. A R_7 , la hauteur et la surface foliaire sont plus élevées chez Emerald. Le nombre de fruits est de même ordre de grandeur chez Tomi, Hiré et Yodana pour chaque régime hydrique. Chez les quatre variétés de gombo, la quantité de fruits évolue avec la fréquence d'arrosage et la variété Tomi semble être la mieux adaptée au stress hydrique.

Tableau 1 : Effet de la variété de gombo sur les paramètres agromorphologiques

Variétés	Paramètres agromorphologiques					
	HAU	NBFE	CRC	SRF	NBFR	PDF
Tomi	54,0 ± 16 ^b	5,2 ± 0,9 ^a	3,7 ± 0,8 ^a	237,7 ± 183,5 ^b	3,5 ± 3,0 ^a	0,19 ± 0,1 ^a
Emerald	62,6 ± 10,9 ^a	5,3 ± 1,0 ^a	3,7 ± 0,8 ^a	296,8 ± 240,3 ^a	1,1 ± 1,2 ^b	0,14 ± 0,1 ^b
Hiré	55,6 ± 6,5 ^b	5,5 ± 0,9 ^a	3,5 ± 0,7 ^a	162,2 ± 83,4 ^c	2,9 ± 2,3 ^a	0,19 ± 0,1 ^a
Yodana	51,0 ± 6,0 ^c	5,5 ± 1,2 ^a	2,9 ± 0,9 ^b	162,9 ± 90,6 ^c	2,8 ± 1,9 ^a	0,16 ± 0,1 ^a
F	3,80	0,52	3,20	2,83	3,74	1,74
P	0,014	0,67	0,02	0,04	0,01	0,03

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la colonne sont statistiquement égales.

HAU : Hauteur de la plante ; NBFE : Nombre de feuilles ; CRC : Circonférence du collet ; SRF : Surface foliaire ; NBFR : Nombre de fruits ; PDF : Poids des fruits.

Tableau 2 : Effet de la fréquence d'arrosage sur les paramètres agromorphologiques du gombo

Fréquence d'arrosage	Paramètres agromorphologiques					
	HAU	NBFE	CRC	SRF	NBFR	PDF
R ₇	55,7 ± 3,2 ^a	5,4 ± 0,1 ^a	3,9 ± 0,2 ^a	199,7 ± 237,7 ^a	2,6 ± 0,7 ^a	0,17 ± 0,19 ^a
R ₃	48,2 ± 4,9 ^b	4,8 ± 0,4 ^b	2,3 ± 0,1 ^b	132,2 ± 7,2 ^b	1,4 ± 0,6 ^b	0,11 ± 0,04 ^b
R ₂	39,3 ± 3,8 ^c	4,8 ± 0,5 ^b	1,6 ± 0,1 ^c	97,4 ± 8 ^c	0,1 ± 0,1 ^c	0,03 ± 0,03 ^c
F	38,2	7,8	17,1	25,7	38,6	28,9
P	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la colonne sont statistiquement égales

R₇ : Arrosage chaque jour ; R₃ : Arrosage chaque 3 jours ; R₂ : Arrosage chaque 2 jours ; HAU : Hauteur de la plante ; NBFE : Nombre de feuilles ; CRC : Circonférence du collet ; SRF : Surface foliaire ; NBFR : Nombre de fruits ; PDF : Poids des fruits

Tableau 3 : Effet de l'interaction variété-fréquence d'arrosage sur les paramètres agromorphologiques du gombo

Fréquence d'arrosage	Variété	Hauteur (cm)	Nombre de feuilles	Circonférence du collet (cm)	Surface foliaire (cm ²)	Nombre de fruits	Poids des fruits (g)
R ₇	Tomi	54 ± 16 ^b	5,2 ± 0,9 ^a	3,7 ± 0,8 ^a	237,7 ± 183,5 ^b	3,5 ± 3 ^a	0,19 ± 0,06 ^a
	Emerald	62 ± 11 ^a	5,3 ± 1,0 ^a	3,7 ± 0,8 ^a	296,8 ± 240,3 ^a	1,1 ± 1,2 ^b	0,14 ± 0,12 ^a
	Hiré	55,7 ± 6,5 ^b	5,5 ± 0,9 ^a	3,5 ± 0,7 ^a	162,2 ± 83,4 ^c	2,9 ± 2,3 ^a	0,19 ± 0,07 ^a
	Yodana	51 ± 6,0 ^b	5,6 ± 1,2 ^a	2,9 ± 0,9 ^a	162,9 ± 90,6 ^c	2,8 ± 1,9 ^a	0,16 ± 0,05 ^a
R ₃	Tomi	39,6 ± 4,1 ^d	5 ± 0,8 ^a	2,4 ± 0,6 ^b	131,7 ± 31,9 ^e	1,8 ± 1,5 ^b	0,17 ± 0,16 ^a
	Emerald	47,6 ± 9,1 ^c	4 ± 0,7 ^a	2,1 ± 0,4 ^b	123,3 ± 15 ^f	0,2 ± 0,4 ^c	0,03 ± 0,07 ^b
	Hiré	47,4 ± 7,9 ^c	4,8 ± 1,1 ^a	2,3 ± 0,7 ^b	146,4 ± 56,4 ^d	1,4 ± 1,0 ^b	0,11 ± 0,06 ^a
	Yodana	58 ± 10,1 ^b	5,2 ± 1,6 ^a	2,6 ± 0,9 ^b	126,8 ± 73,9 ^f	1,9 ± 1,9 ^b	0,13 ± 0,10 ^a
R ₂	Tomi	39,2 ± 10,9 ^d	5,1 ± 0,8 ^a	1,8 ± 0,4 ^c	108 ± 44,2 ^g	0,3 ± 0,5 ^c	0,09 ± 0,23 ^a
	Emerald	36,4 ± 8,8 ^d	4,2 ± 0,9 ^a	1,5 ± 0,3 ^c	103,6 ± 36,3 ^g	0 ± 0,00 ^d	0,001 ± 0,00 ^b
	Hiré	34,7 ± 7,8 ^d	4,3 ± 0,7 ^a	1,7 ± 0,4 ^c	96 ± 40,0 ^h	0,2 ± 0,4 ^c	0,033 ± 0,08 ^b
	Yodana	46,9 ± 13,1 ^c	5,5 ± 0,9 ^a	1,6 ± 0,3 ^c	83,7 ± 26,1 ⁱ	0,2 ± 0,4 ^c	0,018 ± 0,04 ^b
F		6,91	2,14	5,15	1,69	4,8	3,2
P		0,001	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la colonne sont statistiquement égales.

R₇ : Arrosage chaque jour ; R₃ : Arrosage chaque 3 jours ; R₂ : Arrosage chaque 2 jours ; HAU : Hauteur de la plante ; NBFE : Nombre de feuilles ; CRC : Circonférence du collet ; SRF : Surface foliaire ; NBFR : Nombre de fruits ; PDF : Poids des fruits

4. Discussion

Les résultats de notre travail révèlent que certains paramètres étudiés ont été influencés par l'effet variété. De même, les travaux de [17] sur des paramètres physiologiques et agronomiques de quatre accessions de gombo, au Burkina Faso, ont révélé des résultats différents. Les travaux de [11] sur différents écotypes de gombo, au Burkina Faso, ont montré que ces écotypes ont été discriminés par la longueur et le nombre de fruits. Les différences de valeurs entre les paramètres agromorphologiques, observées entre les variétés pourtant soumises aux mêmes conditions de culture, seraient attribuables aux facteurs intrinsèques (facteurs génétiques) de chaque plante [18]. Les trois variétés industrielles de gombo, Emerald, Hiré et Yodana, pourraient être des variétés améliorées. De ce fait, elles peuvent conserver certains caractères, en acquérir ou en perdre. Tomi, Hiré et Yodana, qui ont présenté des hauteurs et des surfaces foliaires plus faibles, c'est-à-dire un faible développement végétatif, que Emerald, ont produit plus de fruits que ce dernier. Selon [17], chez les trois variétés, ce résultat peut être dû à un détournement des réserves vers les organes reproducteurs pour la formation des fruits, au détriment des organes végétatifs, tandis que chez Emerald, les réserves auraient servi à la formation des organes végétatifs. Les données ont révélé que la fréquence d'arrosage influe sur les paramètres agromorphologiques du gombo. Un arrosage quotidien a permis d'obtenir de meilleurs résultats, comparés à ceux d'un arrosage irrégulier (tous les deux ou trois jours).

[19], travaillant sur la vigne, a montré que la hauteur des plantes augmente avec les régimes hydriques de plus en plus croissants. En effet, l'arrosage tous les jours augmente le potentiel hydrique du sol [8] qui favoriserait une disponibilité en eau pour les racines et un meilleur développement de la plante. Les faibles valeurs obtenues avec l'arrosage irrégulier (arrosage tous les deux ou trois jours), pour les paramètres "hauteur des plantes" et "circonférence du collet", seraient dues au déficit hydrique qui accélère la floraison, provoquant, ainsi, le ralentissement de la croissance de la tige. Ces résultats sont similaires à ceux de [20] sur le gombo, qui ont révélé que le stress hydrique, intervenu au stade végétatif, ainsi qu'au stade de floraison, a provoqué une réduction de la biomasse sèche totale des plantes. Ces différents résultats sont la preuve que le manque d'eau est un facteur déterminant pour le développement des plantes. Les faibles valeurs du nombre de fruits enregistrés pendant cette étude seraient dues à la période d'application du stress, située à la floraison. [11], lors d'une étude portant sur six écotypes du gombo, ont montré que l'effet du stress hydrique en phase de floraison est très néfaste et se manifeste par une baisse des composantes du rendement. La quantité de fruits produits par chaque variété de gombo étudiée semble être corrélée positivement à la fréquence d'arrosage. Ce résultat concorde avec ceux de [11] qui ont montré que le stress hydrique en phase de boutonnisation a impacté négativement sur le rendement de six écotypes de gombo. Au vu du nombre de fruits produits, la variété Tomi est la plus tolérante au manque d'eau.

5. Conclusion

Un arrosage quotidien permet d'obtenir une meilleure croissance et un bon rendement du gombo au détriment d'un arrosage irrégulier. Parmi les quatre variétés de gombo étudiées, la variété locale, Tomi, est la mieux adaptée à la sécheresse.

Références

- [1] - MINISTERE DE L'AGRICULTURE DE COTE D'IVOIRE, "État des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture", second rapport national, (2009) 63 p.
- [2] - J. N. KOUASSI, N. KOUAME, M. H. A. KOFFI, A. N. N'GUESSAN et J. K. YATTY, Influence du charbon de bois activé et de la densité de semis sur l'évolution de quelques paramètres de croissance et de développement d'une variété locale du gombo (*Abelmoschus caillei*), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11 (4) (2017) 1829 - 1839
- [3] - L. FONDIO, C. KOUAME, A. DJIDI et D. TRAORE, Caractérisation des systèmes de culture intégrant le gombo dans le maraichage urbain et périurbain de Bouaké dans le centre de la Côte d'Ivoire, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (3) (2011) 1178 - 1189
- [4] - CNRA (Centre National de Recherche Agronomique), "Bien cultiver le gombo en Côte d'Ivoire", fiche technique, (2007) 1 p.
- [5] - S. HAMON, "Organisation évolutive du genre *Abelmoschus* (gombo) : co-adaptation et évolution de deux espèces de gombo cultivées en Afrique de l'Ouest (*A. esculentus* et *A. caillei*)", Ed. ORSTOM, Paris, France, (1988) 191 p.
- [6] - C. MARIUS, V. GERARD et G. ANTOINE, Le gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, une source possible de phospholipides. *Agronomie et Biotechnologies. Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 4 (5) (1997) 389 - 392
- [7] - M. SAWADOGO, D. BALMA, R. NANA, R. M. T. SUMDA, Diversité agromorphologique et commercialisation du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) à Ouagadougou et ses environs, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (2) (2009) 326 - 336
- [8] - R. NANA, Z. TAMINI, M. SAWADOGO, Effet d'un stress intervenu pendant le stade végétatif et la phase de floraison chez le gombo, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (5) (2009) 1161 - 1170
- [9] - CNLVC (Conseil National de Lutte contre la Vie Chère), Cnlvc.ci/2017.Cnlvc/2017/05/31/gombo. Consulté le 11/02/2020
- [10] - Y. YAO, B. GAO, M. ZHANG, M. INYANG et A. ZIMMERMAN, Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil, *Chemosphere*, 89 (2012) 1467 - 1471
- [11] - M. SAWADOGO, G. ZOMBRE et D. BALMA, Expression de différents écotypes de gombo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) au déficit hydrique intervenant pendant la boutonnisation et la floraison, *Biotechnologie, Agronomie, Sociologie, Environnement*, 10 (1) (2006) 43 - 54
- [12] - F. HAMIDOU, M. H. DICKO, G. ZOMBRE, A. S. TRAORE, S. GUINKO, Réponse adaptative de deux variétés de niébé à un stress hydrique, *Cahiers Agricultures*, 16 (6) (2005) 651 - 667
- [13] - N. C. TURNER, G. C. WRIGHT, K. H. M. SIDDIQUE, Adaptation of grain legume to water-limited environments, *Adv. Agron.*, 71 (2001) 193 - 231
- [14] - G. YUAN, Y. LUO, X. SUN, D. TANG, Evaluation of a crop water stress index for detecting water stress in winter wheat in the north china plain, *Agricultural Water Management*, 64 (1) (2004) 29 - 40
- [15] - INS (Institut National de la Statistique), "Recensement Général de la Population et de l'Habitat", Rapport d'exécution et présentation des principaux résultats, (2014) 49 p.
- [16] - R. LIGBAN, L. D. GONE, B. KAMAGATE, M. B. SALEY et J. BIEMI, Processus hydrogéochimique et origine des sources naturelles dans le degré carré de Daloa, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (1) (2009) 38 - 47
- [17] - B. KONATE, R. NANA, K. J. ZONGO, B. BADIÉL, S. L. NANEMA and Z. TAMINI, Evaluation of agro-physiological and biochemical parameters of a variety and four accessions of gombo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] grown under natural field conditions, *International Journal of Recent Scientific Research*, 8 (10) (2017) 21154 - 21162

- [18] - L. RADHOUANE, N. AISSA, L. ROMDHANE, Effets d'un stress hydrique appliqué à différents stades de développement quantitatif et qualitatif des semences chez un écotype autochtone de sorgho grain (*Sorghum bicolor* L.) *Biosciences*, 74 (2014) 6149 - 6156
- [19] - Y. HIRECHE, Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L.) au stress hydrique et à la profondeur de semis, Mémoire de Magistère en Sciences Agronomiques, Université Al Hadj Lakhadar-Batna, Algérie, (2006) 83 p.
- [20] - B. KONATE, R. NANA, S. L. NANEMA, B. BADIÉL, M. SAWADOGO et Z. TAMINI, Réponse morphophysiological du gombo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] soumis à la biofertilisation et à des stress hydriques, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (5) (2016) 2108 - 2122