

Efficacité agronomique de *Faidherbia albida* (Del) A. Chev. sur la croissance et le rendement du Sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) en plein champ en Basse Casamance (Senegal)

Boubacar Camara

Département d'agroforesterie, UFR ST,
Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal

André Amakobo Diatta

Département Productions Végétales et Agronomie, UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires (S2ATA),
Université Gaston Berger, Saint-Louis BP, Sénégal

Ibrahima Ndiaye

Département d'agroforesterie, UFR ST,
Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal

Lémou Ndiaye

Institut Sénégalais de Recherches Agricoles,
Centre National de Recherches forestières, Dakar Hann, Sénégal
Université Cheikh Anta DIOP Laboratoire d'Écologie et d'Eco hydrologie,
Département de Biologie Végétale, FST, Dakar Fann, Sénégal

Alioune Ndiaye

Département d'agroforesterie, UFR ST,
Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal

Daouda Ngom

Université Cheikh Anta DIOP Laboratoire d'Écologie et d'Eco hydrologie,
Département de Biologie Végétale, FST, Dakar Fann, Sénégal

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n9p211](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n9p211)

Submitted: 06 January 2025

Accepted: 04 March 2025

Published: 31 March 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Camara B., Diatta A.A., Ndiaye I., Ndiaye L., Ndiaye A. & Ngom D. (2025). *Efficacité agronomique de Faidherbia albida (Del) A. Chev. sur la croissance et le rendement du Sorgho (Sorghum bicolor [L.] Moench) en plein champ en Basse Casamance (Senegal)*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (9), 211. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n9p211>

Résumé

Le sorgho est une plante essentielle en Afrique, où il constitue l'un des aliments de base pour des milliers de personnes. Cependant, la dégradation

des sols due entre autres à l'utilisation excessive d'engrais chimique, le rend peu productif. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a pour objectif global de contribuer à l'amélioration de la fertilité des sols avec des pratiques agricoles durables et respectueuses de l'environnement. Un dispositif en couronnes concentriques placées autour de l'arbre, ainsi qu'un autre dispositif aléatoire complètement randomisé, comprenant tous deux quatre traitements et trois répétitions, ont été utilisés. Il s'agit du témoin (T0), de la pratique conventionnelle (T1), de la pratique paysanne (T2) et de l'association organo-minérale (T3). Les résultats obtenus lors de cette expérimentation indiquent que les traitements "organo-minéral" et "pratique conventionnelle" favorisent en moyenne une croissance en hauteur ($208,41 \pm 11,64$; $194,66 \pm 26,32$), un nombre de feuilles ($13,50 \pm 3,6$; $13,91 \pm 4,18$) un diamètre au collet ($2,15 \pm 0,26$; $2,16 \pm 0,39$) et des teneurs en chlorophylle totale ($2,00 \pm 1,00$ mg/L et $1,41 \pm 0,31$ mg/L) et en caroténoïde ($0,35 \pm 0,18$ mg/L et $0,30 \pm 0,05$ mg/L) les plus élevés, avec des performances maximales observées sous houppier. Le traitement "pratique paysanne" et le "témoin" ont donné les résultats les moins satisfaisants de l'étude. Les plants de sorgho situés à R/2 du houppier ont donné les meilleurs rendements par rapport à ceux situés au rayon du houppier (respectivement $1,862 \pm 0,21$ T/ha contre $0,917 \pm 0,18$ T/ha). Au vu des résultats obtenus, l'association organo-minérale constitue une solution durable contre la baisse de fertilité et la faible productivité des sols.

Mots-clés: Sorgho, dégradation, engrais chimique, pratiques agricoles durables, rendement

Agronomic performance of *Faidherbia albida* (Del) A. Chev. on the growth and yield of Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) in the field in Lower Casamance (Senegal)

Boubacar Camara

Département d'agroforesterie, UFR ST,
Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal

André Amakobo Diatta

Département Productions Végétales et Agronomie, UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires (S2ATA),
Université Gaston Berger, Saint-Louis BP, Sénégal

Ibrahima Ndiaye

Département d'agroforesterie, UFR ST,
Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal

Lémou Ndiaye

Institut Sénégalais de Recherches Agricoles,
Centre National de Recherches forestières, Dakar Hann, Sénégal
Université Cheikh Anta DIOP Laboratoire d'Écologie et d'Eco hydrologie,
Département de Biologie Végétale, FST, Dakar Fann, Sénégal

Alioune Ndiaye

Département d'agroforesterie, UFR ST,
Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal

Daouda Ngom

Université Cheikh Anta DIOP Laboratoire d'Écologie et d'Eco hydrologie,
Département de Biologie Végétale, FST, Dakar Fann, Sénégal

Abstract

Sorghum is an essential crop in Africa, providing a staple food for thousands of people. However, soil degradation due to excessive use of chemical fertilizers, among other factors, is making it less productive. The overall aim of this study is to contribute to improving soil fertility through sustainable, environmentally-friendly farming practices. A system of concentric rings placed around the tree and a completely randomized system, both comprising four treatments and three replications, were used. These were the control (T0), the conventional practice (T1), the farmers' practice (T2), and the organo-mineral association (T3). The results obtained in this experiment indicate that the "organo-mineral" and "conventional practice" treatments promote, on average, growth in height (208.41 ± 11.64 ; 194.66 ± 26.32), number of leaves (13.50 ± 3.6 ; 13.91 ± 4.18), collar diameter (2.15 ± 0.26 ; 2.16 ± 0.39) and total chlorophyll (2.00 ± 1.00 mg/L and 1.41 ± 0.31 mg/L) and carotenoid (0.35 ± 0.18 mg/L and 0.30 ± 0.05 mg/L) contents, with maximum performance

observed under the canopy. The “farmers' practice” treatment and the “control” gave the least satisfactory results of the study. Sorghum plants located at R/2 of the crown gave the best yields compared with those located at the radius of the crown (1.862 ± 0.21 T/ha vs. 0.917 ± 0.18 T/ha respectively). In view of the results obtained, the organo-mineral combination is a sustainable solution to declining soil fertility and low productivity.

Keywords: Sorghum, degradation, chemical fertilizer, sustainable farming practices, yield

Introduction

Le sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), cinquième céréale mondiale en termes de production et de superficie cultivée, (Chantereau et al., 2013 ; Temple et al., 2017), est une denrée alimentaire recommandée dans les régions les plus pauvres du monde. (Gomez et Comas, 2001 ; Dempewolf, 2014). Il est crucial pour la sécurité alimentaire et la souveraineté en Afrique subsaharienne, surtout dans les zones arides et semi-arides (IRD, 2010 ; Mansour et al., 2014). La récolte totale de sorgho en Afrique lors de la saison 2016/2017 s'élevait à environ 23,9 millions de tonnes (USDA, 2019). Au Sénégal, la consommation de sorgho est faible, avec une production de 377 323 tonnes en 2020 (Ndiaye et al., 2018). Cette faible production de sorgho est due à des sols pauvres, des conditions environnementales extrêmes et à des systèmes agricoles à faibles intrants, avec des contraintes liées aux ressources (Koffi et al., 2011 ; Macauley et al., 2015).

Dans ce contexte, l'adoption de pratiques agricoles innovantes telles que le parcage de bétail et l'intégration de l'arbre *Faidherbia albida* dans les systèmes agroforestiers devient opportune. L'espèce *Faidherbia albida*, une légumineuse indigène africaine, favorise la fertilité des sols et la production agricole. Plusieurs auteurs ont mis en avant les avantages de son maintien dans les systèmes de production agricole (Diallo et al., 2008 ; Camara, 2018). Il contribue à l'enrichissement en azote des sols grâce à la capacité de fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. L'introduction du bétail dans les systèmes agroforestiers renforce leur efficacité agronomique, avec une amélioration des propriétés du sol grâce aux déjections animales (Serpantié et al., 2023). Au Sénégal, où l'élevage est essentiel dans l'économie rurale, cette relation peut avoir des implications majeures sur la durabilité du système de production.

Dans ce contexte, cette étude vise à améliorer la fertilité des sols à travers des pratiques agricoles durables et respectueuses de l'environnement. Spécifiquement, il s'agit d'évaluer l'effet de *Faidherbia albida* sur la croissance et le rendement du sorgho en plein champ.

Matériel et méthodes

Présentation de la zone d'étude

L'étude a été réalisée en Basse Casamance. Le site de l'essai est situé plus précisément à l'Université Assane Seck dans la région de Ziguinchor, aux coordonnées 12°78'33" Nord et 16°21'66" Ouest (Figure 1).

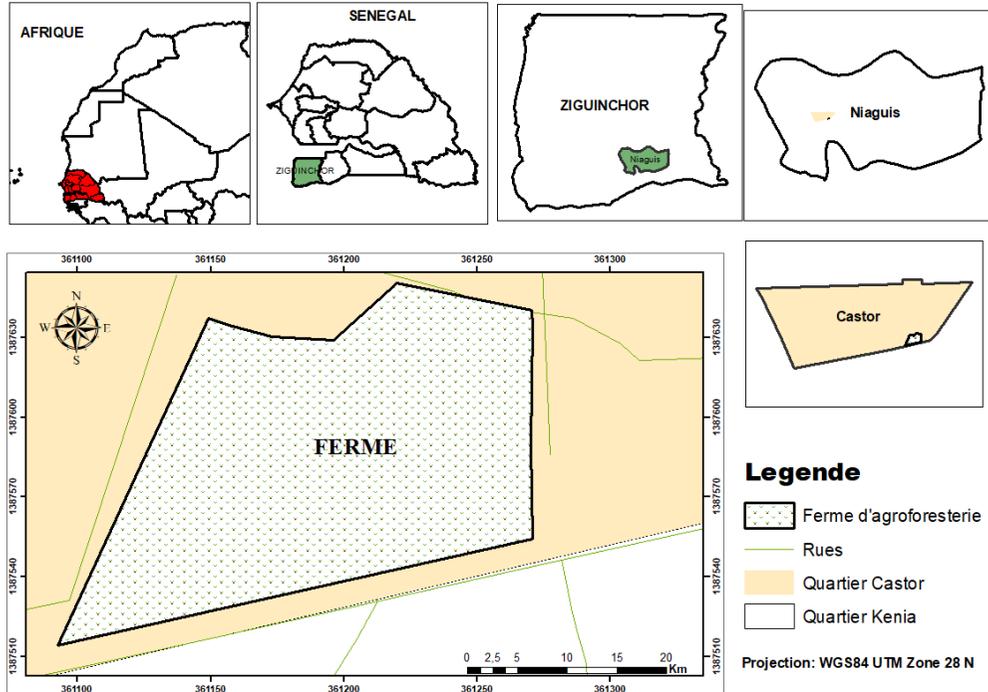


Figure 1 : Carte de localisation du site d'étude

Le climat de la région de Ziguinchor correspond au type soudano-côtier sud (Sagna et al., 2016), caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle variant entre 1300 et 1500 mm (Descroix et al., 2015), ainsi qu'une température moyenne annuelle de 27,10°C (Dasylyva et al., 2017). Cette région connaît deux saisons distinctes : une saison des pluies s'étendant sur environ 4 mois (de juillet à octobre) et une saison sèche couvrant environ 8 mois (de novembre à juin). La variabilité pluviométrique de Ziguinchor entre 1980 et 2023 met en évidence les années 1981, 1999, 2008, 2015, 2020 et 2022 comme étant celles avec les plus fortes pluviométries (avec plus de 1700 mm/an) et les années 1980, 1982, 1983, 1992, 2007 et 2021 comme les années les plus déficitaires (avec moins de 1300 mm/an). L'année 2023, qui est l'année de l'étude, a une pluviométrie déficitaire (inférieur à 1300 mm).

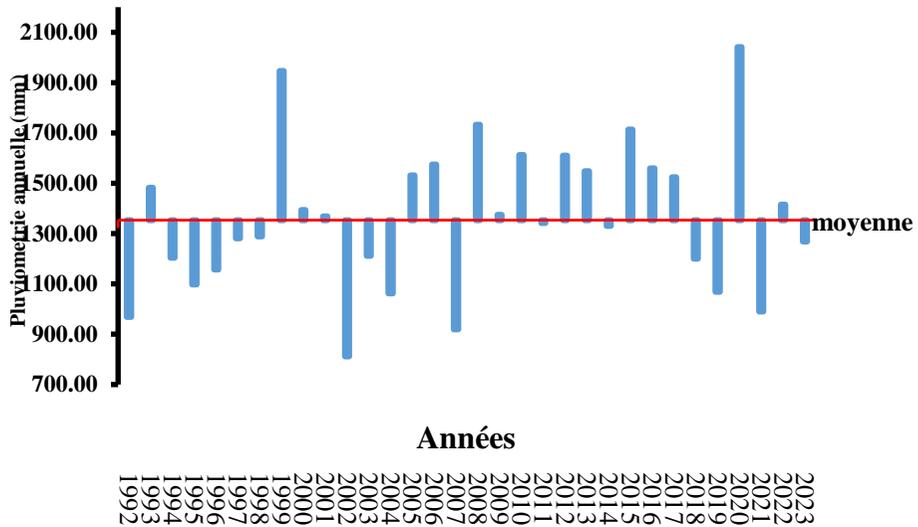


Figure 2 : Variations annuelles de la pluviométrie à la station aéroportuaire de Ziguinchor de 1980 à 2023 (Source de données : ANACIM Ziguinchor)

Matériel biologique :

- **Semence utilisée**

La variété de sorgho utilisée comme semence est la variété *Nguinthe*. C’est une variété homologuée en 2011 par ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles). Elle a un cycle de maturité de 110 JAS (Jour Après Semi) et un rendement potentiel de 2 à 3t/ha.

- **Arbres de *Faidherbia albida***

- **Fumier**

Le fumier de bovin est un amendement organique issu d'excréments solides et d'urines de bovins associés à de la litière absorbante comme les pailles. Sa composition est consignée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition chimique du fumier (Maktouf et al., 2019)

CO en %	N en %	C/N	pH	Na (mg/kg)	K (mg/kg)
34,83	1,77	19,76	8,69	4600	23000

Dispositif expérimental

L’expérimentation a été conduite pendant la saison des pluies de l’année 2023. Deux dispositifs ont été installés. Le premier dispositif est en couronnes concentriques au tronc de l'arbre et comprend deux cercles délimitant les couronnes autour de chaque pied d'arbre. Chaque cercle comprend 4 placettes opposées deux à deux par un diamètre. Les couronnes sont formées en fonction du diamètre du houppier de chaque arbre. La première couronne couvrant la moitié du rayon du houppier de l’arbre,

représente les placettes R/2 et la deuxième couvrant le reste du houppier représente les placettes R. Chaque placette a une dimension de 4 m².

Le second est un dispositif complètement randomisé avec trois répétitions ou blocs, installé à 20 m minimum des arbres (hors houppier). Chaque bloc est composé de quatre parcelles élémentaires d'une surface de 4m² chacune. Les blocs sont séparés de 1 m et les parcelles de 0,5 m dans un bloc. Le facteur étudié étant la fertilisation, quatre traitements sont présents à R/2, à R et dans le dispositif complètement randomisé (Hors houppier).

Ces traitements sont :

Témoin (T0)

La pratique conventionnelle (NPK + urée) (T1) :

NPK (15-15-15) : **150 kg/ha 15 JAL (Jour du démarrage)**

Urée (CO (NH₂)₂) dosant à 46 % N : **50 kg/ha au 15 JAL (jour du démarrage), 50 kg/ha au 40 JAL**

La pratique paysanne (T2) :

10 t/ha de fumier (Fumure de fond)

Organo-minérale (Fumure de fond + NPK + urée) (T3) :

Fumure de fond : **10 t/ha de fumier**

NPK (15-15-15) : **150 kg/ha 15 JAL (Jour du démarrage)**

Urée (CO (NH₂)₂) dosant à 46 % N : **50 kg/ha au 15 JAL (jour du démarrage), 50 kg/ha au 40 JAL**

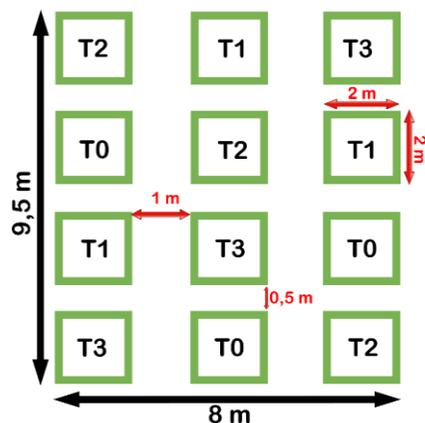
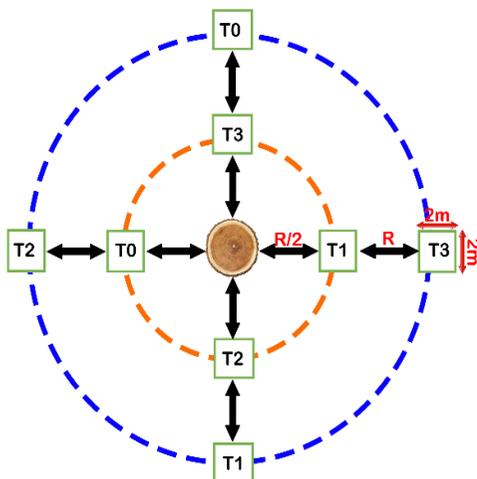


Figure 3 : Disposition des placettes à R/2 et R du houppier (A)

Figure 4 : Dispositif complètement randomisé (B)

Conduite de l'essai

Pour la mise en place du dispositif sous *Faidherbia*, trois arbres aux couronnes équilibrées ont été choisis pour servir de site d'étude. Avant l'installation du dispositif, un désherbage a été effectué autour et à au moins 20 mètres des pieds de *Faidherbia*, qui constitue la parcelle destinée à contenir le dispositif complètement randomisé. Après la mise en place des dispositifs expérimentaux, une quantité de 10 t/ha de fumier (bouse de vache) a été utilisée comme fumure de fond dans les placettes devant abriter les traitements T2 et T3.

Cela a été suivi d'un semis à la main, avec 3 graines par poquet sur les deux dispositifs, faisant un total de 36 placettes de 4m². Chaque placette comportait 15 poquets avec un espacement de 70 cm x 40 cm.

Au quinzième jour après la levée, un démariage à un plant par poquet a été effectué sur les dispositifs. Le même jour, de l'engrais NPK (15-15-15) et de l'urée (CO (NH₂)₂) dosée à 46 % de N, respectivement à 150 kg/ha et à 50 kg/ha, ont été appliqués dans les placettes abritant les traitements T1 et T3. La même dose d'urée (50 kg/ha) a été appliquée au 40^e JAL dans les placettes T1 et T3. Des sarclages et binages ont été effectués régulièrement pendant toute la durée de l'étude.

Paramètres suivis

Des observations et mesures ont été effectuées à intervalle de 15 jours à partir du 21^e jour après la levée pour chaque traitement, portant sur les paramètres suivants :

- Le nombre de feuilles
- Le diamètre au collet, mesuré au moyen d'un pied à coulisse
- La hauteur du brin maître, évaluée à l'aide d'un décimètre

Le rendement en grains a été calculé à la récolte pour chaque traitement. Les panicules sèches ont été égrainées puis les grains sont pesés pour déterminer le rendement en utilisant la formule suivante : le poids en grains secs de chaque traitement/ par la surface en hectare de chaque traitement.

Extraction et dosage de la chlorophylle

Les échantillons de feuilles ont été cueillis le matin (06 h du matin), enveloppés dans du papier aluminium et mis immédiatement au froid pour les amener au laboratoire. Dans chaque parcelle élémentaire, trois échantillons ont été prélevés ce qui fait en tout 72 échantillons.

Il est important de préciser que ces échantillons ont été pris uniquement sur les placettes sous arbre (24) à la suite des attaques observées dans le dispositif complètement randomisé.

La masse de 100 mg de feuilles pour chaque échantillon a été broyée pour extraire la totalité de pigments chlorophylliens dans une solution de 10 ml d'acétone à 80 %, puis incubée dans des tubes pendant 24 h à 4°C. La teneur en chlorophylle a été déterminée selon la méthode décrite par Makeen et al. (2007). Après les 24 h, l'absorbance de la totalité des surnageants (Chl a, Chl b et caroténoïdes) pour chaque échantillon a été mesurée respectivement à 663 nm, 645 nm et 470 nm à l'aide d'un spectrophotomètre en utilisant un témoin blanc réalisé avec de l'acétone à 80 % seul. Le spectrophotomètre a montré en même temps l'absorbance des trois pigments. Les teneurs en chlorophylle (a, b et a+b) et en caroténoïde ont été calculées selon les formules d'Arnon (1949) :

$$\text{Chl a (mg/L)} = [12,7 \times \text{DO (663nm)} - 2,59 \times \text{DO (645nm)}] \times \text{V/M}$$

$$\text{Chl b (mg/L)} = [22,9 \times \text{DO (645nm)} - 4,68 \times \text{DO (663nm)}] \times \text{V/M}$$

$$\text{Chl t (mg/L)} = [8,02 \times \text{DO (663nm)} + 20,2 \times \text{DO (645nm)}] \times \text{V/M}$$

$$\text{Chl t} = \text{Chl a} + \text{Chl b} ; \text{Chl} : \text{Teneur en chlorophylle}$$

$$\text{Caroténoïde (mg/L)} = [4,695 \times \text{DO (470nm)} - 0,268 (\text{Chl a} + \text{Chl b})] \times \text{V/M}$$

Traitement des données

Les données recueillies ont été consignées dans le tableur EXCEL. Le traitement statistique de ces données a été effectué au moyen du logiciel R version 4.2.2, avec un seuil de significativité de 5 %. Le test ANOVA à deux facteurs a été effectué pour déterminer la significativité entre les modalités des facteurs.

Résultats

Effets des emplacements et des différents traitements sur les paramètres de croissance du sorgho

Hauteur des plants

La variation de la hauteur moyenne des plants en fonction des traitements et des emplacements est consignée dans le tableau 2. Les résultats indiquent une tendance générale où les hauteurs moyennes les plus élevées sont observées chez les plants soumis au traitement « organo-minéral » suivi du traitement « conventionnelle », quel que soit l'emplacement. L'analyse de variance (ANOVA) révèle qu'aux 21^{ème} et 36^{ème} jours après levée (JAL), l'interaction entre les facteurs « Emplacements » et « Traitements » n'a pas d'effets significatifs sur la croissance en hauteur des plants de sorgho ($P > 0,05$). Cependant, des effets significatifs ($p=0,0106$) et fortement significatifs ($p=0,000759$), sont observés respectivement au 51^{ème} et 66^{ème} JAL. Une meilleure croissance en hauteur des plants a été observée à une distance R/2 du houppier.

Tableau 2 : Effet de l'emplacement et des différents traitements sur la croissance en hauteur des plants de sorgho

R/2 du houppier				
Traitements	21JAL	36JAL	51JAL	66JAL
Témoin	28,00±7,68 b	70,66±11,5 b	126,41±13,52 bc	169,58±12,52 b
Pratique conventionnelle	39,00±13,30 a	101,25±23,1 a	158,41±23,88 a	194,66±26,32 a
Pratique paysanne	24,75±9,05 b	68,75±17,59 b	114,83±24,17 c	156,58±25,79 b
Organo-minéral	40,33±12,40 a	105,66±14,63 a	145,16±29,87 ab	208,41±11,64 a
Moyenne	33,02	86,58	138,45	182,30
R du houppier				
Témoin	26,00±13,51 a	71,91±23,25 ab	104,75±30,06 a	135,50±38,44 a
Pratique conventionnelle	29,75±14,77 a	77,75±25,91 ab	114,41±34,53 a	144,33±35,04 a
Pratique paysanne	28,16±10,23 a	63,41±16,75 b	119,66±18,61 a	157,25±23,81 a
Organo-minéral	30,58±12,92 a	85,91±26,03 a	122,66±17,72 a	155,41±21,66 a
Moyenne	28,62	74,74	115,37	148,12
Hors houppier				
Témoin	14,77±12,42 b	32,27±17,35 b	47,05±20,26 c	50,76±14,18 c
Pratique conventionnelle	26,16±9,19 a	51,72±21,55 a	75,94±24,71 ab	67,87±24,30 b
Pratique paysanne	17,00±5,93 b	40,55±12,75 b	64,61±16,70 b	72,30±16,37 b
Organo-minéral	23,22±6,88 a	55,38±13,89 a	82,27±17,00 a	94,56±16,45 a
Moyenne	20,28	44,98	67,46	71,37
P	0,304	0,0985	0,0106	0,000759
P1	2,29e⁻⁰⁵	5,66e⁻¹⁰	2,57e⁻⁰⁷	1,89e⁻⁰⁹
P2	4,80e⁻⁰⁹	< 2e⁻¹⁶	< 2e⁻¹⁶	< 2e⁻¹⁶

Légende : P = Probabilité de l'interaction entre les facteurs ; P1 = probabilité entre les traitements ;
P2 = Probabilité entre les emplacements.

Nombre de feuilles

La variation du nombre de feuilles moyens est consignée dans le tableau 3. L'ANOVA révèle que de manière générale, les traitements produisant les plants aux nombres de feuilles les plus élevés sont le traitement « organo-minéral », suivi du traitement « conventionnelle », du traitement « paysanne » et enfin du « témoin ». Pour ce qui est des emplacements des plants, ceux situés à R/2 du houppier affichent les moyennes les plus élevées, suivis de R du houppier et enfin du hors houppier. Au 51^{ème} JAL, le nombre moyen de feuilles observé est de 12,77 feuilles au niveau R/2 du houppier, 9,83 feuilles à R du houppier et 5,44 feuilles hors houppier. L'interaction « traitements/emplacements » n'a eu d'effets hautement significatifs qu'au 51^{ème} JAL (p=0,000206). Cependant, indépendamment, les traitements et les emplacements ont eu des effets hautement significatifs (P1 et P2) sur le nombre de feuilles, ceci à toutes les dates de mesure.

Tableau 3 : Effets des emplacements et des différents traitements sur le nombre de feuilles

R/2 du houppier				
Traitements	21JAL	36JAL	51JAL	66JAL
Témoin	3,41±0,66 bc	4,54±1,71 b	10,00±1,70 b	13,50±3,08 a
Pratique conventionnelle	4,16±1,02 a	5,80±2,01 a	15,58±5,99 a	13,91±4,18 a
Pratique paysanne	3,00±0,60 c	4,83±1,42 b	9,66±2,74 b	12,75±3,25 a
Organo-minéral	3,75±0,62 ab	6,14±1,88 a	15,83±4,30 a	13,50±3,06 a
Moyenne	3,58	5,33	12,77	13,42
R du houppier				
Témoin	3,08±0,99 a	5,50±1,67 b	9,16±2,65 a	10,66±3,02 b
Pratique conventionnelle	3,58±0,51 a	6,58±1,67 a	9,83±2,48 a	12,08±2,02 ab
Pratique paysanne	3,25±0,62 a	5,58±0,99 b	9,91±2,50 a	12,83±4,01 ab
Organo-minéral	3,58±0,66 a	6,91±1,50 ab	10,41±3,42 a	13,75±3,10 a
Moyenne	3,37	6,14	9,83	12,33
Hors houppier				
Témoin	2,44±0,51 b	3,16±1,04 c	4,11±1,45 c	3,27±1,27 c
Pratique conventionnelle	2,94±0,53 a	4,16±1,24 ab	5,44±2,22 b	5,31±2,08 b
Pratique paysanne	2,44±0,51 b	3,72±1,12 bc	5,55±1,33 b	4,84±1,46 b
Organo-minéral	2,66±0,48 ab	4,50±0,78 a	6,66±1,49 a	8,12±2,27 a
Moyenne	2,62	3,89	5,44	5,39
P	0,355	0,4	0,000206	0,0553
P1	1,66e⁻⁰⁵	3,39e⁻⁰⁹	1,67e⁻⁰⁶	2,83e⁻⁰⁵
P2	7,59e⁻¹⁴	2e⁻¹⁶	2e⁻¹⁶	2e⁻¹⁶

Légende : P = Probabilité de l'interaction entre les facteurs ; P1 = probabilité entre les traitements ; P2 = Probabilité entre les emplacements.

Diamètre au collet

Le tableau 4 présente la variation du diamètre au collet moyen en fonction des traitements et des emplacements. Son analyse montre que les plants situés au niveau R/2 du houppier présentent les diamètres au collet moyens les plus importants, suivis de ceux situés à R du houppier et enfin ceux hors houppier. Ainsi, indépendamment de l'emplacement, les traitements « organo-minéral » et « conventionnelle » ont donné les plants avec les plus grands diamètres moyens, suivis du traitement « paysanne ». Cependant d'une manière générale, aucune différence significative n'a été notée entre la pratique paysanne et le témoin. L'interaction entre les traitements et les emplacements a eu des effets significatifs au 21^{ème} JAL ($p=0,02577$) et hautement significatifs au 36^{ème} JAL ($p=0,00013$) et au 66^{ème} JAL ($p=1,59e^{-09}$), cependant au 51^{ème} JAL ($p=0,526$) aucune différence significative n'a été observé. Excepté au 21^{ème} JAL ($p1=0,0268$) où des effets significatifs des traitements sur les diamètres aux collets ont été notés, des effets très hautement

significatifs des traitements ont été observés au 36^{ème} JAL ($p=4,4e^{-10}$), 51^{ème} JAL ($p=7,42e^{-09}$) et 66^{ème} JAL ($p<2e^{-16}$). Pour les emplacements, un effet hautement significatif sur le diamètre a été observé à toutes les dates de mesures.

Tableau 4 : Effets de l'emplacement et des différents traitements sur le diamètre au collet

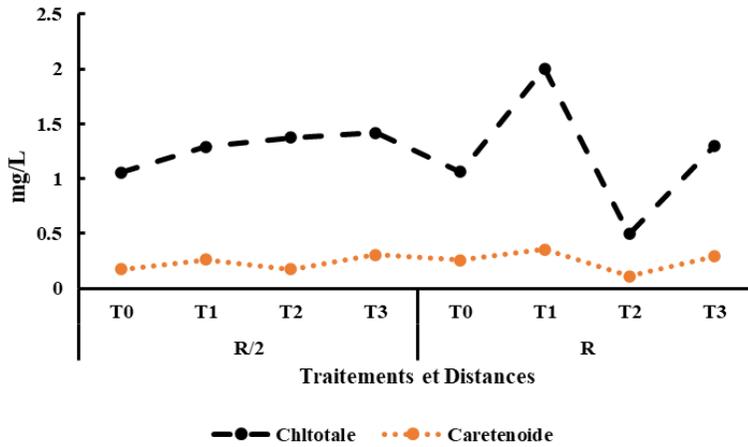
R/2 du houppier				
Traitements	21JAL	36JAL	51JAL	66JAL
Témoin	0,15±0,06 b	0,78±0,24 b	1,34±0,54 b	1,91±0,44 a
Pratique conventionnelle	0,31±0,17 a	1,51±0,49 a	1,89±0,70 a	2,16±0,39 a
Pratique paysanne	0,17±0,08 b	0,66±0,33 b	1,27±0,65 b	2,19±0,58 a
Organo-minéral	0,25±0,12 ab	1,54±0,35 a	2,14±0,27 a	2,15±0,27 a
Moyenne	0,22	1,12	1,66	2,10
R du houppier				
Témoin	0,13±0,04 a	0,63±0,37 b	1,40±0,51 b	1,48±0,48 b
Pratique conventionnelle	0,18±0,11 a	1,0±0,62 ab	1,83±0,71 ab	2,06±0,44 a
Pratique paysanne	0,15±0,09 a	0,70±0,40 b	1,66±0,45 ab	1,80±0,44 ab
Organo-minéral	0,17±0,10 a	1,10±0,42 a	2,06±0,52 a	2,12±0,32 a
Moyenne	0,16	0,86	1,74	1,87
Hors houppier				
Témoin	0,12±0,04 ab	0,22±0,10 b	0,38±0,26 c	0,30±0,20 c
Pratique conventionnelle	0,13±0,06 a	0,41±0,34 a	0,78±0,48 ab	0,71±0,42 b
Pratique paysanne	0,10±0,00 b	0,23±0,09 b	0,54±0,27 bc	0,63±0,33 b
Organo-minéral	0,11±0,03 ab	0,31±0,21 ab	0,92±0,38 a	1,26±0,42 a
Moyenne	0,12	0,29	0,66	0,73
P	0,02577	0,00013	0,526	1,59e⁻⁰⁹
P1	0,00268	4,4e⁻¹⁰	7,42e⁻⁰⁹	2e⁻¹⁶
P2	3,78e⁻⁰⁹	<2e⁻¹⁶	<2e⁻¹⁶	<2e⁻¹⁶

Légende : P = Probabilité de l'interaction entre les facteurs ; P1 = probabilité entre les traitements ; P2 = Probabilité entre les emplacements.

Teneur en pigment chlorophyllien

La figure 5 représente la variation des teneurs en chlorophylle totale (a+b) et en caroténoïde en fonction des traitements et des emplacements. L'analyse montre que les traitements T1 à R et T3 à R/2 ont donné les plus grandes teneurs en chlorophylle totale ($2,00 \pm 1,00$ mg/L et $1,41 \pm 0,31$ mg/L) et en caroténoïde ($0,35 \pm 0,18$ mg/L et $0,30 \pm 0,05$ mg/L). Le traitement T2 a donné les teneurs en chlorophylle totale et en caroténoïde les plus faibles. Il est important de préciser que les courbes évoluent avec la même tendance suivant les traitements et les emplacements.

Figure 5 : Effets de l'emplacement et des différents traitements sur les teneurs en pigments chlorophylliens

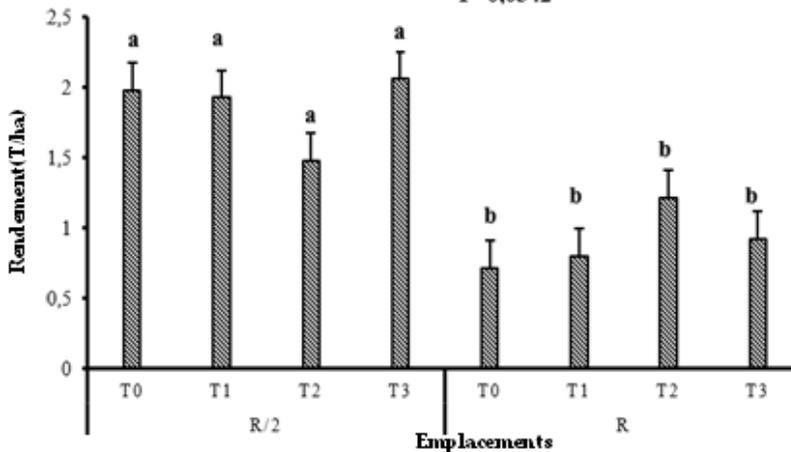


Légende : T0= témoin, T1= pratique conventionnelle, T2= pratique paysanne, T3= Organominéral, Effets des emplacements et des traitements sur les paramètres de production du sorgho

Rendement

La variation du rendement en fonction des emplacements et des traitements est indiquée dans la figure 6. Il ressort de cette figure que les emplacements ont un effet significatif ($p = 0,0342$) sur le rendement, contrairement aux traitements. En effet, le rendement en grain est de 0,717 T/ha (T0), de 0,805 T/ha (T1), de 1,217 T/ha (T2) et de 0,927 T/ha (T3), au niveau R et de 1,982 T/ha (T0), 1,927 T/ha (T1), 1,48 T/ha (T2) et 2,06 T/ha (T3) au niveau R/2 du houppier.

Figure 6 : Variation du rendement moyen en fonction des emplacements et des traitements $P=0,0342$



Légende : T0= témoin, T1= pratique conventionnelle, T2= pratique paysanne, T3= Organominéral, P = Probabilité de l'interaction entre les facteurs

Discussion

L'objectif de cette étude a été d'évaluer l'efficacité agronomique du *F. albida* associée à différents traitements sur la croissance et le rendement du sorgho. Des résultats obtenus, il convient de retenir des faits saillants sur l'effet de *F. albida* sur les paramètres de croissance et le rendement.

Hauteur, nombre de feuilles, diamètre au collet du sorgho et teneur en pigments

Les meilleurs résultats sur la croissance des cultures sont observés à l'emplacement le plus proche du houppier (à R/2 du houppier), comparativement aux autres emplacements (R du houppier et hors houppier). Ceci peut s'expliquer tout d'abord par le fait que, sous le houppier, les plantes ne manquent pas d'eau grâce à la redistribution des pluies par interception. En effet, la base du tronc reçoit de l'eau qui s'écoule le long du tronc par effet entonnoir. De plus, à la fin de la saison des pluies, l'arbre *F. albida* libère de l'eau sous le houppier à travers les branches. En outre, il existe un gradient de fertilité des sols sous les arbres. Ce gradient diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du houppier de l'arbre (Camara, 2018). En effet, la litière produite par les feuilles et les gousses tombées enrichit le sol en éléments nutritifs tels que l'azote (N) fixé au niveau des feuilles de l'arbre. Selon Camara (2018), cet effet positif sur le sol est dû à l'ajout continu de matière organique de l'arbre sur le sol. Ces résultats sont conformes à ceux de Mikail (1994), qui estime que la hauteur des plants de mil sous le houppier de *F. albida* est plus importante que celle observée hors houppier. Il convient de noter que les résultats s'opposent à ceux observés par Diallo et al. (2019), qui remarquent que la litière de *F. albida* a un effet dépressif sur le tallage, la production foliaire et la hauteur des plants de mil.

Concernant les traitements, les meilleurs résultats ont été obtenus avec les traitements organo-minéral (Bouse de vache et NPK + urée) et conventionnel (NPK + urée). Les conditions de développement et de croissance des plantes ont nettement été améliorées avec la fertilisation organo-minérale. Ce qui peut s'expliquer par une alimentation minérale plus satisfaisante du sorgho avec l'apport d'engrais. Les amendements organiques ont des effets positifs sur les propriétés physiques du sol notamment la porosité, la capacité du sol à retenir de l'eau et la réserve utile du sol (Asdrubal et al., 2006). De plus, la fumure organique permet la disponibilité des éléments nutritifs tels que le phosphore (P) et de l'azote. Chantereau et al. (2013) stipulent que toute fertilisation du sorgho doit être à base d'azote et de phosphore. L'apport d'urée à deux reprises durant l'étude, ainsi que l'utilisation de l'engrais minéral (NPK), rendent immédiatement disponibles les éléments minéraux nécessaires à la croissance végétale (Nyembo et al., 2012). Ces

résultats sont en conformité avec ceux de Bationo et al. (2004), et d'Igue et al. (2016), qui ont démontré l'effet significatif de l'engrais minéral sur le maïs. L'analyse des résultats relatifs à la quantité de pigments chlorophylliens montre que la pratique organo-minérale et la pratique conventionnelle ont donné les teneurs importantes de pigments. Cela peut s'expliquer par l'importance de l'azote apporté en quantité suffisante à la suite de l'apport d'engrais minéraux (NPK+urée), dans la constitution de ces pigments. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Zhang et al. (1997) qui ont montré que la fertilisation azotée stimule la synthèse de la chlorophylle.

Rendement du sorgho

L'emplacement des plants de sorgho a influencé significativement le rendement en graines et ce indépendamment des traitements. En effet, pendant la saison des pluies, l'espèce perd les feuilles. Ce qui permet l'apport d'éléments nutritifs aux plants mais aussi permet à la lumière de pénétrer et de limiter la concurrence pour ce paramètre biophysique (Rabo et al., 2024). Une étude menée par Tougiani et al. (2021) a relevé que les populations locales conviennent que les arbres *F. albida* ont des effets positifs significatifs sur la fertilité des sols et les rendements des cultures. Les résultats d'une méta-analyse de Sileshi (2016) ont montré des améliorations significatives des rendements du sorgho (73 %) sous couvert forestier par rapport à la zone aride.

Conclusion

Cette étude est une contribution à l'amélioration de la fertilité des sols en basse Casamance (sénégalais). Les résultats mettent en évidence que les traitements organo-minéraux et les traitements conventionnels, présentent des performances agronomiques supérieures (croissance en hauteur, en diamètre, nombre de feuilles, teneurs en pigments chlorophylliens, rendement) par rapport aux pratiques paysannes et au témoin.

Par ailleurs, il est observé que la croissance et les rendements du sorgho sont nettement plus élevés à R/2 du houppier. Cependant, ces rendements demeurent en deçà de la fourchette de productivité de la variété *Nguinthe* du sorgho (2 à 3 t/ha).

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Aron, D. (1949). Copper enzymes isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*. 24 : 1-15.
2. Asdrubal, M., D. Sylvie., Charonnat, C., Denys, F., Fresse, J.C., Thomas J.M. (2006). Fertilisation et amendements, Educagri éditions, 131 p.
3. Bationo, A., Kimetu, J., Ikerra, S., Kimani, J., Mugendi, D., Odendo, M., Silver, M., Swift, M.J. And Sanginga, N. (2004). The African network for Soil Biology and fertility: New Challenges and opportunities. Managing Nutrient Cycles to Sustain Soil fertility in Sub-Sahara Africa. *Academy Science Publisher*, Nairobi, p. 1-23.
4. Camara, B. (2018). Caractérisation agro-écologique et socio-économique des parcs Agroforestiers à *Elaeis guineensis* (Jacq). et *Faidherbia albida* (Del.) Chev. et leurs influences dur la productivité du riz pluvial en Basse Casamance (Senegal), Thèse doctorat, Université Assane Seck de ZIGUINCHOR, 152 p. .
5. Chantereau, J., Cruz, J.F., Ratnadass, A., Trouche, G. (2013). *Agricultures tropicales en poche : Le sorgho*. Ed. Quae, CTA, Versailles ,267 p.
6. Dasylyva, M., Ndiour, N., Ndiaye, O., Et Sambou, B., 2017, Analyse de la flore, de la végétation ligneuse et des fonctions des vallées en zone périurbaine post-conflit (Ziguinchor, Sénégal), *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(1), 360-377.
7. Dempewolf, A., Eastwood, R.J., Guarino, L., Houry, C. K., Müller, J.V. Et Toll, J.(2014). *Adapting Agriculture to Climate Change : A Global Initiative to Collect, Conserve, and Use Crop Wild Relatives, Agroecology and Sustainable Food Systems* 38 :4, 369-377.
8. Descroix, L., Niang, A. D., Panthou, G., Bodian, A., Sane, Y., Dacosta, H., Vandervaere, J.P. Et Quantin, G. (2015). Évolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest à travers deux régions : La sénégalie et le bassin du Niger moyen, *Climatologie*, 12, 25-43.
9. Diallo, M. D., Diaité, B., Diédhiou, P. M., Diédhiou, S., Goalbaye, T., Doelsch, E., Diop, A. Et Guisse, A. (2019). Effets de l'application de différents fertilisants sur la fertilité des sols, la croissance et le rendement du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. Dans la Commune de Gandon au Sénégal, *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 2(2), 7-15.
10. Diallo, M. D., Chotte, J. L., Guisse, A. et Sall, S. N. (2008). Influence de la litière foliaire de cinq espèces végétales tropicales sur la croissance du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) et du maïs (*Zea mays* L.), *Sécheresse*, 19 (3), 207-210.

11. Gomez, J. Et Comas, H. (2001). La culture du sorgho de décrue en Afrique de l’Ouest et du Centre, Situation actuelle et définition d’un Plan d’Action Régional, *Macpherson* ISBN 84-7232-898-8, 247 pages.
12. Igue, M. A., Oga, A. C., Balogoun, I., Saidou, A., Ezui, G., Youl, S., Kpagbin, G., Mando, A. Et Sogbedji, J. M. (2016). Détermination des formules d’engrais minéraux et organiques sur deux types de sols pour une meilleure productivité de maïs (*Zea mays* L.) dans la commune de Banikoara (Nord-Est Du Bénin), *European Scientific Journal*, 12, 16.
13. IRD. (2010). Le Sorgho : Quand agriculture rime avec biodiversité, 2 pages.
14. Koffi, K. G. C., Akanvou, L., Akanvou, R., Zoro, B. I. A., Kouakou, C. K., 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.
15. Macauley, H. (2015). Les cultures céréalières : riz, maïs, millet, sorgho et blé, Rapport, 38 pages.
16. Makeen, K., Suresh Babu, G., Lavanya, Gr., Gard, A. (2007). Studies of Chlorophyll Content by Different Methods in Black Gram (*Vigna mungo* L.), *International Journal of Agricultural Research* 2 : 651-654.
17. Maktouf S., Chaker R., Mbarek H.B., Khelifi M., Soua N., Gargouri K., (2019). Effet de l’ajout d’amendements organiques sur les propriétés physicochimiques du sol. *Revue Ezzaitouna* 15 (1 et 2), 2019.
18. Manssour, A. M., Zoubeirou, A. M., Nomao, D. L., Djibo, E. S., Ambouta, J. M. (2014). Productivité de la culture du sorgho dans un système agroforestier à base d’*Acacia senegal* (L) Willd au Niger, *Journal of Applied Biosciences* 82 :7339 – 7346.
19. Mikail, Ai. (1994). Simulation de l’effet *Faidherbia albida* : impact sur la phénologie des cultures des zones soudano-sahéliennes (cas du mil et maïs), Mémoire d’ingénieur de techniques agricoles, Faculté d’Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, 50pages.
20. Ndiaye, M., Adam, M., Muller, B., Guisse, A., Cisse, N. (2018). Performances agronomiques et stabilité phénotypique de géotypes de Sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) au Sénégal : Une Etude des Interactions Géotypes-environnement, *Journal of Applied Biosciences* 125 : 12617-12629.

21. Nyembo, K. L., Useni, S. Y., Mpundu, M. M., Bugeme, M. D., Kasongo, L. E. Et Baboy, L. L. (2012). Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPK et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de nouvelles variétés de *Zea mays* L. à Lubumbashi, Sud-Est de la RD Congo, *Journal of applied biosciences*, 59, 4286-4296.
22. Rabo, Y., Mahaman Sadikou, I.B. & Mahamane, A. (2024). Effets de *Faidherbia albida* (Delile) sur Certains Paramètres de Croissance et de Rendement du Mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br], en Milieu Paysan, dans la Commune de Tibiri. ESI Preprints.
23. Sagna, P., Ndiaye, O., Diop, C., Niang, A. D. Et Sambou, P. C. (2016). Les variations récentes du climat constatées au Sénégal sont-elles en phase avec les descriptions données par les scénarios du GIEC 2268-3798.
24. Serpantié, G., Loireau, M., Bastide, B., Clermont-Dauphin, C., Sawadogo, A., Douanio, M. & Maiga, A.A. (2023). Services mutuels entre arbres, cultures et élevage dans les parcs agroforestiers de la zone sub-humide du Burkina Faso, *BASE*, 145–162. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.20445>.
25. Sileshi, G. W. (2016). The magnitude and spatial extent of influence of *Faidherbia albida* trees on soil properties and primary productivity in drylands,” *Journal of Arid Environments*, vol. 132, pp. 1– 14.
26. Temple, L., Levesque, A., Lamour, A., Charles, D., Braconnier, S. (2017). Complémentarité des filières sorgho sucré et canne à sucre en Haïti : évaluation des conditions de développement sectoriel d’une innovation. 10 pages.
27. Tougiani, A., Massaoudou, M., Adamou, H., Amadou, L. & John, C. W. (2021). *Faidherbia albida*(Delile), effets du dépérissement des arbres sur la production végétale dans les parcs agroforestiers du sud-ouest du Niger, *International Journal of Forestry Research*, 1-9.
28. USDA. (2019). Foreign Agriculture Service, grain Sorghum, World agriculture production, rapport, 11 pages.
29. Zhang, S., Hennessey, T. C. & Heinemann, R. A. (1997). Acclimation of loblolly pine (*Pinus taeda*) foliage to light intensity as related to leaf nitrogen availability, *Canadian Journal of Forest Research*, 27(7), 1032-1040.