

# EFFETS DU BIOCHAR DE RÉSIDUS D'ANACARDE SUR LA PRODUCTIVITÉ DE LA CULTURE DE LUFFA AU NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE



EFFECTS OF CASHEW NUT RESIDUE BIOCHAR ON LUFFA PRODUCTIVITY IN NORTHERN COTE D'IVOIRE

| Jean-Baptiste Gnélié Gnahoua | Marie-Luce Mâ Semba Ouattara | Zonlehoua Coulibali \* | N'Djehi Benian Françoise Kablan | and | Loua Barthélémy Diomandé |

Université Péléforo Gon Coulibaly | Institut de Gestion Agropastorale | Laboratoire des Sciences de la Terre, de l'Eau et de l'Environnement | Korhogo | Côte d'Ivoire |

DOI: 10.5281/zenodo.10051164 | Received September 24, 2023 | Accepted October 25, 2023 | Published October 31, 2023 | ID Article | Gnahoua-Ref6-4-17ajiras241023 |

## RESUME

**Contexte** : La culture du luffa (*Luffa cylindrica*) est pratiquée dans la région Nord de la Côte d'Ivoire, selon des systèmes extensifs. La production est entravée par la faible fertilité des sols et le manque, voire la faible utilisation, de fertilisants. **Objectif** : L'objectif de la recherche était d'évaluer l'impact du biochar issu de résidus d'anacarde sur la productivité de la culture en vue d'une valorisation de cette bio-ressource. **Méthodes** : Quatre traitements ont été comparés dans un dispositif en bloc de Fisher avec trois répétitions : 1) témoin sans fertilisant, 2) biochar de résidus d'anacarde, 3) dose normale d'engrais minéral (NPK, urée) et 4) biochar + demi-dose d'engrais minéral. Les variables mesurées incluaient la hauteur des plants, le nombre de fruits par plant, le poids des fruits par plant et le rendement. **Résultats** : Les résultats ont révélé un effet inhibiteur du biochar sur la croissance et le rendement du luffa. L'application de doses modérées d'engrais minéral en combinaison avec le biochar s'est avérée bénéfique pour accroître le rendement de la culture. Les rendements obtenus pour les différents traitements étaient respectivement de  $5,66 \pm 0,98$ ,  $3,38 \pm 0,66$ ,  $8,81 \pm 0,45$  et  $9,20 \pm 0,24$  t/ha pour les traitements témoin, biochar, engrais minéral et biochar + engrais minéral. **Conclusion** : L'application du biochar issu de résidus d'anacarde par les agriculteurs, sans ajout minimal d'engrais, pourrait constituer un obstacle à l'intensification durable des cultures. La réaction des différentes cultures à l'application du biochar mérite d'être évaluée en vue d'une meilleure valorisation de ces bio-ressources en production agricole.

**Mots-clés** : *Luffa cylindrica*, Biofertilisant, *Anacardium occidentale*, Côte d'Ivoire.

## ABSTRACT

**Context**: The cultivation of luffa (*Luffa cylindrica*) is practiced in the Northern region of Côte d'Ivoire, using extensive farming systems. Production is hampered by low soil fertility and the absence or limited application of fertilizers. **Objective**: The research aimed to assess the impact of cashew residue-derived biochar on the productivity of luffa cultivation for the valorization of this bio-resource. **Methods**: Four treatments were compared in a Fisher block design with three repetitions: 1) control without fertilizer, 2) cashew residue-derived biochar, 3) normal dose of mineral fertilizer (NPK, urea), and 4) biochar + half-dose of mineral fertilizer. Measured variables included plant height, number of fruits per plant, fruit weight per plant, and yield. **Results**: The findings indicated an inhibitory effect of biochar on the growth and yield of luffa. The application of moderate doses of mineral fertilizer in combination with biochar proved beneficial in increasing crop yield. Yields obtained for different treatments were  $5.66 \pm 0.98$ ,  $3.38 \pm 0.66$ ,  $8.81 \pm 0.45$ , and  $9.20 \pm 0.24$  t/ha, respectively, for control, biochar, mineral fertilizer, and biochar + mineral fertilizer treatments. **Conclusion**: The application of cashew residue-derived biochar by farmers without minimal addition of fertilizer could pose a challenge to the sustainable intensification of crops. The response of different crops to biochar application deserves evaluation for a better utilization of these bio-resources in agricultural production.

**Keywords**: *Luffa cylindrica*, Biofertilizer, *Anacardium occidentale*, Côte d'Ivoire.

## 1. INTRODUCTION

La famille des cucurbitacées englobe diverses espèces végétales, parmi lesquelles figure le luffa (*Luffa cylindrica*), également connu sous le nom d'éponge végétale [1]. Le luffa est cultivé dans plusieurs régions tropicales du monde, principalement en raison de son fruit comestible [2]. Du point de vue botanique, cette plante est décrite comme une espèce herbacée annuelle, grimpante et monoïque, se reproduisant par pollinisation croisée [3]. Les fruits de luffa sont largement consommés comme légumes dans diverses régions du monde, tandis qu'en Afrique, ses feuilles sont aussi utilisées dans la médecine traditionnelle pour traiter des affections humaines telles que les hémorroïdes et l'asthme [4-7]. La culture du luffa est principalement confinée aux zones côtières et aux régions de savane demi-sèche [8].

En Côte d'Ivoire, bien que la culture du luffa contribue de manière significative au bien-être social des agriculteurs, sa productivité est fortement entravée par des contraintes biophysiques, notamment les pressions parasitaires, la faible fertilité des sols et la variabilité pluviométrique [9, 10]. Les obstacles sociaux limitant la productivité comprennent l'absence de variétés améliorées, l'inaccessibilité ou le coût élevé des engrais minéraux, l'exploitation de sols non réceptifs aux engrais chimiques et l'inadéquation des itinéraires techniques [11-13]. Actuellement, les agriculteurs cultivent le luffa, encore

considéré comme une culture mineure, dans des systèmes extensifs sans l'apport de fertilisants. En général, l'absence ou l'application non raisonnée des engrais chimiques conduit à des rendements médiocres [14].

Pour intensifier la culture dans ces conditions, il serait opportun d'envisager l'utilisation de biofertilisants tels que les résidus de légumineuses, le compost, le purin et le biochar, en substitution ou en complément des engrais minéraux. Cette approche, associée à une gestion efficace des ressources, pourrait constituer une alternative adaptée aux conditions socio-économiques des exploitants agricoles à faibles revenus, favorisant ainsi une intensification agricole durable [13, 15].

La zone Nord de la Côte d'Ivoire, caractérisée par une forte production d'anacarde, offre une opportunité prometteuse pour valoriser les résidus disponibles en vue de produire des biofertilisants. Toutefois, les études sur l'utilisation des résidus d'anacarde en production agricole demeurent insuffisamment documentées. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact du biochar issu de résidus d'anacarde sur la productivité de la culture de luffa.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude était représenté par l'espèce *Luffa cylindrica*, spécifiquement cultivée localement en raison de son fruit comestible.

### 2.2 Matériel technique

Le matériel technique englobait l'outillage agricole nécessaire pour les travaux manuels, ainsi qu'un pyrolyseur traditionnel, utilisé pour la production du biochar.

### 2.3 Matériel fertilisant

Les fertilisants appliqués dans l'expérimentation étaient constitués de biochar issu de résidus d'anacarde, d'un engrais minéral composé de NPK 10-12-32 + 3 (MgO) + 17 (SO<sub>3</sub>), et d'urée 15,5-0-0 + 26,3 (CaO).

Informations additionnelles sur les fertilisants utilisés :

Le biochar de résidus d'anacarde a été produit à l'aide du pyrolyseur traditionnel, garantissant une source organique spécifique.

L'engrais minéral a été appliqué à des doses conventionnelles, comprenant 300 kg/ha de NPK (10-12-32 + 3 (MgO) + 17 (SO<sub>3</sub>)) et 60 kg/ha d'urée (15,5-0-0 + 26,3 (CaO)).

### 2.4 Préparation de la parcelle

Avant le début de l'expérimentation, le sol a été labouré manuellement après le défrichement de la parcelle. Des planches de dimensions précises (1 m x 1,5 m) ont été créées et équipées de supports pour assurer le tuteurage des plants.

### 2.5 Dispositif expérimental

L'expérimentation a été menée selon un dispositif en blocs de Fisher, comprenant quatre traitements distincts et trois répétitions. Les traitements évalués étaient les suivants :

- Témoin (sans fertilisant),
- Biochar de résidus d'anacarde,
- Dose conventionnelle d'engrais minéral,
- Biochar + demi-dose d'engrais minéral.

La dose conventionnelle d'engrais minéral a été précisée, consistant en 300 kg/ha de NPK (10-12-32 + 3 (MgO) + 17 (SO<sub>3</sub>)) et 60 kg/ha d'urée (15,5-0-0 + 26,3 (CaO)). Chaque traitement a été assigné à une planche de dimension 1 m x 1,5 m, espacée de 1 m, formant ainsi un bloc de 1 m x 9 m. La superficie totale de l'essai était de 6 m x 9 m (54 m<sup>2</sup>). Deux graines de luffa ont été semées par poquet sur chaque planche, avec un espacement de 0,5 m entre les poquets.

### 2.6 Application des traitements

Le biochar a été appliqué à 3,5 tonnes par hectare (1 kg par planche). La fumure minérale a été appliquée à 135 g NPK et 37,5 g d'urée par planche pour la dose conventionnelle, versus 67,5 g NPK et 18,5 g d'urée pour la demi-dose d'engrais minéral.

### 2.7 Observations et mesures

Les observations ont porté sur la hauteur des plants, le nombre de fruits par plant, le poids moyen des fruits et le rendement de la culture.

## 2.7 Traitement des données

Les données collectées ont été soumises à une analyse statistique à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social sciences, version 20.0). L'analyse de variance à un facteur a été effectuée au seuil  $\alpha = 0,05$ , pour déterminer l'effet des traitements pour chaque paramètre agronomique. Les comparaisons des moyennes par paires ont été réalisées au moyen du test de Student, Newman et Keuls.

## 3. RESULTS

### 3.1 Effet des fertilisants sur la hauteur des plants

La hauteur moyenne des plants pour les divers traitements est répertoriée dans le tableau 1. L'analyse de la variance a révélé des différences hautement significatives ( $p$ -valeur = 0.000) quant à l'impact des traitements sur la hauteur des plants. Les traitements associés au biochar, combiné à une demi-dose d'engrais minéral ( $96,67 \pm 18,9$  cm) et à la dose conventionnelle d'engrais minéral ( $83,00 \pm 12,11$  cm), ont présenté les hauteurs les plus élevées. En revanche, le traitement exclusivement au biochar, sans complément d'engrais minéral, a enregistré la plus faible valeur de hauteur ( $22,67 \pm 5,77$  cm). La figure 1 illustre visuellement la croissance des plants pour chaque traitement à un mois du stade végétatif.

**Tableau 1** : Hauteur moyenne (cm) des plants en fonction des traitements appliqués.

Traitements	Hauteur des plants*
Témoin sans fertilisant	$45,00 \pm 4,58$ <b>b</b>
Biochar	$22,67 \pm 5,77$ <b>c</b>
Engrais minéral	$96,67 \pm 18,90$ <b>a</b>
Biochar + demi-dose engrais minéral	$83,00 \pm 12,11$ <b>a</b>
Moyennes	$61,83 \pm 32,41$
Probabilité	0,000
Signification	HS

\* Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil  $\alpha = 0.05$  ; **HS** : Hautement significative.



**a.** Dose conventionnelle engrais minéral



**b.** Biochar de résidus d'anacarde



**c.** Sans fertilisant (témoin)



**d.** Biochar + engrais minéral

**Figure 1** : Plant de luffa (*Lufa cylindrica*) à 1 mois de développement végétatif

### 3.2 Effet des fertilisants sur le nombre de fruits par plant

Le nombre de fruits par plant pour les divers traitements est résumé dans le tableau 2. L'analyse de la variance a mis en évidence des différences hautement significatives ( $p$ -valeur = 0,000) quant à l'influence des traitements sur le nombre de fruits par plant. Le traitement appliquant la dose conventionnelle d'engrais minéral a enregistré le nombre de fruits le plus élevé, avec une valeur de  $11,00 \pm 1,00$  fruits par plant. Ce traitement a été suivi de près par le biochar + demi-dose d'engrais minéral et le témoin (sans fertilisant). La valeur la plus basse a été observée avec le traitement utilisant uniquement le biochar, sans l'ajout d'engrais minéral, obtenant ainsi  $3,33 \pm 0,58$  fruits par plant.

**Tableau 2** : Nombre de fruits par plant en fonction des traitements.

Traitements	Nombre de fruits*
Témoin sans fertilisant	$5,33 \pm 1,15^c$
Biochar	$3,33 \pm 0,58^d$
Engrais minéral	$8,33 \pm 0,58^b$
Biochar + demi-dose engrais minéral	$11,00 \pm 1,00^a$
Moyennes	$7,00 \pm 3,13$
Probabilité	0,000
Signification	HS

\* Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil  $\alpha = 0.05$  ; HS : Hautement significative.

### 3.3 Effet des fertilisants sur le poids de fruits par plant

Le poids moyen des fruits par plant pour les différents traitements est présenté dans le tableau 3. L'analyse de la variance a montré des différences hautement significatives ( $p$ -value = 0,000) de l'effet des traitements sur le poids des fruits. Le poids a été plus élevé ( $2284,00 \pm 59,43$  g) pour le traitement au biochar + demi-dose d'engrais minéral et plus faible pour le biochar d'anacarde seul ( $847,00 \pm 16,70$  g). Le traitement au biochar +  $\frac{1}{2}$  dose d'engrais minéral a été suivi par la dose conventionnelle d'engrais minéral et le témoin sans fertilisant.

**Tableau 3** : Poids des fruits (en g) par plant en fonction des traitements.

Traitements	Nombre de fruits*
Témoin sans fertilisant	$1263,67 \pm 24,58^c$
Biochar	$847,00 \pm 16,70^d$
Engrais minéral	$2284,00 \pm 59,43^b$
Biochar + demi-dose engrais minéral	$2200,33 \pm 11,50^a$
Moyennes	$1648,75 \pm 640,01$
Probabilité	0,000
Signification	HS

\* Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil  $\alpha = 0.05$  ; HS : Hautement significative.

### 3.3 Effet des fertilisants sur le rendement de la culture

Les rendements de la culture de luffa pour les différents traitements sont présentés dans le tableau 4. L'analyse de la variance a montré des différences hautement significatives de l'effet des traitements sur le rendement. Le rendement le plus élevé a été observé pour le traitement avec le biochar +  $\frac{1}{2}$  dose d'engrais minéral qui a donné un rendement de  $9,20 \pm 0,14$  t/ha, suivi par le traitement à la dose conventionnelle d'engrais minéral et le témoin qui ont donné respectivement  $8,81 \pm 0,25$  et  $5,66 \pm 0,98$  t/ha. La plus faible valeur de rendement a été obtenue pour le biochar appliqué seul ( $3,38 \pm 0,66$  t/ha).

**Tableau 4** : Rendement (en t ha<sup>-1</sup>) de la culture de luffa en fonction des traitements.

Traitements	Rendements (t ha <sup>-1</sup> ) *
Témoin sans fertilisant	$5,66 \pm 0,98^c$
Biochar	$3,38 \pm 0,66^d$
Engrais minéral	$8,81 \pm 0,25^b$
Biochar + demi-dose engrais minéral	$9,20 \pm 0,14^a$
Moyennes	0,000
Probabilité	$6,60 \pm 2,55$
Signification	HS

\* Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil  $\alpha = 0.05$  ; HS : Hautement significative.

## 4. DISCUSSION

Dans l'optique d'évaluer l'impact fertilisant du biochar issu de résidus d'anacarde sur la productivité de la culture de luffa, une comparaison a été effectuée entre quatre traitements, à savoir un témoin (sans ajout de fertilisant), le biochar de résidus d'anacarde (seul), la dose conventionnelle d'engrais minéral (seule), et le biochar associé à une demi-dose d'engrais minéral. Les résultats de l'expérimentation ont révélé des variations significatives dans l'effet de ces traitements, tant au niveau de la hauteur des plants que des paramètres de production, incluant le poids moyen des fruits et le rendement de la culture.

Les valeurs maximales de hauteur et de rendement ont été observées dans le traitement combinant le biochar et l'engrais minéral, suivi par la dose conventionnelle d'engrais, et le témoin sans fertilisant. En revanche, les valeurs minimales de hauteur et de rendement ont été enregistrées pour le traitement où le biochar a été appliqué de manière indépendante. La productivité réduite associée au traitement au biochar seul suggère un effet inhibiteur de ce dernier sur la croissance et la productivité de la culture de luffa.

Cette faible productivité induite par le biochar pourrait être attribuée, d'une part, à une forte acidité induisant la fixation de certains minéraux tels que le phosphore [16], et d'autre part, à la présence de substances inhibitrices dont la nature et le mécanisme d'action sur la productivité des cultures n'ont pas été élucidés par l'expérimentation. Une analyse biochimique des résidus d'anacarde ou du biochar, ainsi que des analyses biologiques des sols exploités, pourraient permettre de déterminer la nature de ces composés inhibiteurs.

Dans le cas du traitement combinant la fumure organique et l'engrais minéral, la faible minéralisation du biochar pourrait avoir été compensée par l'apport de la dose modérée d'engrais minéral directement assimilable par la culture [13]. L'amélioration de l'efficacité agronomique du biochar s'est traduite par une augmentation de la croissance (hauteur des plants) et du rendement de la culture. Des études antérieures telles que celles de Chan et al. [17], Laird et al. [18], Van Zwieten et al. [19] et Gaskin et al. [20] ont rapporté des effets bénéfiques du biochar en combinaison avec des doses modérées d'engrais minéraux, influant positivement sur la résilience et le rendement de diverses cultures sur différents types de sols.

Cette technologie, impliquant l'usage conjoint du biochar et de l'engrais minéral, pourrait représenter une alternative économiquement viable pour les agriculteurs, favorisant ainsi une intensification durable de la culture de luffa dans diverses zones agro-écologiques. Cependant, l'utilisation du biochar issu de résidus d'anacarde par les agriculteurs, en l'absence d'ajout d'engrais minéral, pourrait constituer un frein à une optimisation de la production agricole. La spécificité de l'inhibition et la réponse des différentes spéculations agricoles à l'application de ce biochar justifient une étude approfondie en vue d'une fertilisation raisonnée.

## 5. CONCLUSION

L'étude a mis en évidence un effet inhibiteur du biochar issu de résidus d'anacarde sur la croissance et le rendement de la culture de Luffa. Pour améliorer l'efficacité Agronomique du biochar et accroître la productivité de la culture de luffa, une application minimale d'engrais minéral (NPK, urée) s'est avérée nécessaire. L'utilisation conjointe du biochar et d'une dose modérée d'engrais minéral a conduit à une amélioration significative du rendement de la culture, dépassant ainsi les résultats obtenus avec une application de dose conventionnelle d'engrais minéral et le témoin sans fertilisant.

Cependant, il est crucial de souligner que l'utilisation du biochar de résidus d'anacarde par les agriculteurs, en l'absence d'une application minimale d'engrais, pourrait représenter un obstacle à l'intensification durable des cultures. La spécificité de l'inhibition et la réponse des différentes spéculations agricoles à l'application du biochar nécessitent des études complémentaires approfondies. Ces travaux de recherche supplémentaires sont essentiels pour mieux comprendre les mécanismes sous-jacents, permettant ainsi une valorisation optimale de ces ressources dans le contexte agricole.

## 6. REFERENCES

1. Joshi B. K., Hari K. C. B., Tiwari R. K., Ghale M., Sthapit B. R. and Upadhyay M. P. Descriptors for sponge gourd (*Luffa cylindrica* (L.) Roem.). Katlirmandu Nepal NARC, LIBIRD and IPGRI; 2004.
2. Partap S., Kumar S., Kumar A., Sharma N. and Jha K. In-Vitro Anthelmintic Activity of *Luffa Cylindrica* Leaves in Indian Adult Earthworm. *J Pharmacogn Phytochem.* 2012;1(2):27-30.
3. Bhattacharyya M. and Chakraborty S. K. *Luffa cylindrica* as a host plant for pollinator bees—a study based in West Midnapore, West Bengal, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 2014;2(3):21-6.
4. Anastopoulos I. and Pashalidis I. Environmental applications of *Luffa cylindrica*-based adsorbents. *Journal of Molecular Liquids.* 2020;319:114127.
5. Al-Snafi A. Constituents and pharmacology of *Luffa cylindrica*-A review. *IOSR Journal of Pharmacy.* 2019;9(9):68-79.
6. Azeez M., Bello O. and Adedeji A. Traditional And Medicinal Uses Of *Luffa cylindrica* : A Review. *Journal of Medicinal Plants Studies* 2320-3862. 2013;1(5):102-11.
7. Partap S., Kumar A., Sharma N. and Jha K. K. *Luffa cylindrica*: An important medicinal plant. *J Nat Prod Plant Resour.* 2012;2(1):127-34.
8. Ogunyemi T., Ekuma C., Egwu J. and Abbey D. Proximate and Mineral Composition of Sponge Gourd (*Luffa cylindrica*) Seed Grown in South-Western Nigeria. *Journal of Scientific Research and Reports.* 2020;26(4):61-7.
9. Iizumi T. and Ramankutty N. Changes in yield variability of major crops for 1981-2010 explained by climate change. *Environmental Research Letters.* 2016;11:1-10.

10. Ray D. K., Gerber J. S., MacDonald G. K. and West P. C. Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nature Communications*. 2015;6989:1-9.
11. Akanza P. K. and Yoro G. Effets synergiques des engrais minéraux et de la fumure de volaille dans l'amélioration de la fertilité d'un sol ferrallitique de l'ouest de la Côte D'Ivoire. *Agronomie Africaine*. 2003;15(3):135-44.
12. Akanza K. P. and Yao-Kouamé A. Fertilisation organo-minérale du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et diagnostic des carences du sol. *Journal of Applied Biosciences*. 2011;46:3163-72.
13. Vanlauwe B., Descheemaeker K., Giller K. E., Huising J., Merckx R., Nziguheba G., Wendt J. and Zingore S. Integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: unravelling local adaptation. *Soil*. 2015;1(1):491-508.
14. Naamane A., Sadiq A., Belhouari A., Iounes N. and EL Amrani S. Enquête sur l'utilisation des engrais et pesticides chez les agriculteurs de la région de Casablanca-Settat. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. 2020;8(3):279-85.
15. Fairhurst T. Manuel de gestion intégrée de la fertilité des sols. Nairobi, Kenya: Consortium Africain pour la Santé des Sols; 2015. Report No.: 1780645279.
16. Farrell M., Macdonald L. M., Butler G., Chirino-Valle I. and Condron L. M. Biochar and fertiliser applications influence phosphorus fractionation and wheat yield. *Biology and Fertility of Soils*. 2014;50(1):169-78.
17. Chan K. Y., Van Zwieten L., Meszaros L., Downie A. and Joseph S. Using poultry litter biochars as soil amendments. *Australian Journal of Soil Research*. 2008;46(5):437-44.
18. Laird D., Fleming P., Wang B., Horton R. and Karlen D. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma*. 2010;158(3):436-42.
19. Van Zwieten L., Kimber S., Morris S., Chan K. Y., Downie A., Rust J., Joseph S. and Cowie A. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant and Soil*. 2010;327(1):235-46.
20. Gaskin J. W., Speir R. A., Harris K., Das K. C., Lee R. D., Morris L. A. and Fisher D. S. Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. *Agronomy journal*. 2010;102(2):623-33.



**How to cite this article: Jean-Baptiste Gnélié Gnahoua, Marie-Luce Mâ Semba Ouattara, Zonlehoua Coulibali, N'Djечи Benian Françoise Kablan and Loua Barthélémy Diomandé. EFFETS DU BIOCHAR DE RÉSIDUS D'ANACARDE SUR LA PRODUCTIVITÉ DE LA CULTURE DE LUFFA AU NORD DE LA COTE D'IVOIRE. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2023; 17(4): 323-328. DOI: 10.5281/zenodo.10051164**

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>