

Inventaire fongique et proposition de méthodes de désinfection des noix de cajou provenant des vergers atteints de la gommose à l'Ouest du Burkina Faso

Yéri Jacqueline KANSIE ^{1*},
Zoéyandé Oumarou DIANDA²,
Windpouiré Vianney TARPAGA²,
Domontièrou DABIRE,
Issa WONNI², Irénée SOMDA¹

Résumé

Au Burkina Faso, le coton constitue la principale culture de rente et contribue de manière significative à l'économie nationale et aux revenus des producteurs. Cette étude analyse les effets du changement climatique sur la productivité du cotonnier dans la zone cotonnière Ouest. Les données climatiques de 1994 à 2023 des communes de Pâ, Solenzo et Soubakaniédougou, collectées auprès de l'ANAM-BF, ont été traitées avec Instat+, R et Kronostat. Les résultats révèlent une forte variabilité climatique : baisse de la pluviométrie, alternance d'années déficitaires et excédentaires, séquences sèches précoces et hausse continue des températures. Les pluies extrêmes augmentent également, malgré une saison pluvieuse globalement favorable. L'analyse climat-rendement montre que cette variabilité réduit la productivité du cotonnier, les déficits pluviométriques, les poches de sécheresse et les températures élevées durant la floraison et la bollisation entraînant une baisse du nombre de capsules et des rendements. Les projections climatiques indiquent qu'à l'horizon 2050, les précipitations varieront de -26 % à +33 % (RCP 4.5) et de -32 % à +39 % (RCP 8.5), avec une hausse thermique de 0,3 à 2,7 °C. À l'horizon 2100, elles fluctueront entre -30 % et +44 % (RCP 4.5) et -36 % à +67 % (RCP 8.5), avec des températures pouvant atteindre 6,8 °C.

Ces tendances accentueront les stress hydrique et thermique, compromettant la production cotonnière. Elles soulignent l'urgence de renforcer les capacités des producteurs, de promouvoir des pratiques agricoles résilientes et de développer des variétés de coton adaptées aux conditions climatiques futures.

¹Université Nazi BONI (UNB), Institut du Développement Rural (IDR), Ecole doctorale de Sciences Naturelles et Agronomique (SNA), 01 BP. 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

²Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)/Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Station de Farako-Bâ, 01 BP 910 Bobo Dioulasso 01, Burkina-Faso.

*Auteur correspondant : Yéri Jacqueline KANSIE, yeri.jacqueline@gmail.com, ORCID : <https://orcid.org/0009-0004-0135-9282>

Mots-clés : Changement climatique, coton, scénarios climatiques, zone cotonnière, Burkina Faso

Fungal inventory and proposed disinfection methods for cashew nuts from orchards with gummosis symptoms in Western Burkina Faso

Abstract

The development of a competitive cashew nut industry in Burkina Faso is severely threatened by fungal contamination of the nuts, which affects the quality, yield and commercial value of the product. The aim of this study is to identify the fungi associated with cashew nuts and to evaluate the effectiveness of different disinfection methods in limiting their growth. Nut samples were collected from three production areas and then analysed in the laboratory to isolate and identify the fungi present. Disinfection tests were carried out on plant extracts, oils, *Trichoderma* sp strains and a chemical control. The study identified several fungal genera associated with nut degradation, including *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium*, with varying frequencies depending on the health status of the samples. Comparative evaluations showed that certain natural solutions, in particular the essential oils tested and *Trichoderma* sp, significantly reduced the growth of these fungi, with an efficacy sometimes comparable to the chemical treatment used as a control. *O. gratissimum* oil recorded low infestation rates of 11 to 38%, followed by *Cassia nigricans* at 22 to 72%, and *Trichoderma* treatment at 25 to 94%.

These results highlight the diversity of fungal agents associated with cashew nuts and the potential of biocontrol methods as sustainable alternatives to chemicals. They open up prospects for improving post-harvest practices and promoting local antifungal control solutions.

Keywords : fungi, cashew nuts, transmissibility, biocontrol, Burkina Faso.

Introduction

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.), originaire d'Amérique du Sud, est une culture d'importance économique croissante en Afrique de l'Ouest. Au Burkina Faso, la filière anacarde occupe une place économique importante. En 2023, la production nationale de noix de cajou brute a été de 143 965,3 tonnes pour une superficie de 123 970 ha (FAOSTAT, 2024). Au Burkina Faso, la noix de cajou est le 3^{ème} produit agricole d'exportation, après le coton et le sésame (CBA, 2021). La production et la commercialisation des noix de cajou sont confrontées à la pression parasitaire, dont les maladies. Parmi lesquelles, l'anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), l'oïdium (*Oidium anacardii*), la bactériose foliaire et des noix (*Xanthomonas*

citri pv. *anacardii*), et la gommose (*Lasiodiplodia theobromae*) en sont des majeures (COUTINHO *et al.*, 2017; DIANDA *et al.*, 2025).

La gommose est une pathologie de plus en plus fréquente dans plusieurs zones de production au Burkina Faso avec des taux d'incidence et de sévérité allant respectivement de 63,8 % à 100 %, et de 19,9 % à 46,1 % (KANSIE *et al.*, 2025). À partir des organes malades (racines, feuilles, rameaux et écorces), huit espèces de champignons ont été inventoriés : *Lasiodiplodia* spp., *Pestalotia* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus niger*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Penicillium* sp., *Curvularia lunata* et *Botrytis cinerea* (KANSIE *et al.*, 2025). Divers facteurs peuvent contribuer à la propagation des agents fongiques aux plantes. Parmi eux figurent les semences. En effet, au Brésil des travaux de CHAGAS *et al.* (2017) ont montré la capacité de transmission des maladies fongiques aux plantules à partir des noix de cajou, et selon MEHL *et al.* (2017) le pathogène *L. theobromae* au stade latent peut échapper à la quarantaine et se propager à travers le matériel végétal. Les espèces *Colletotrichum gloeosporioides*, *Penicillium* sp., *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Curvularia trifolii*, *Alternaria* sp., *Phoma* sp., *Rhusopus* sp., *Botrytis cinerea* ont été identifiées sur les noix de cajou (WONNI *et al.*, 2017). La présence de ces pathogènes dans les vergers provoque une dégradation notable de la qualité des noix de cajou, entraînant une perte de leur valeur marchande (MONTEIRO *et al.*, 2020). Les pesticides chimiques ont longtemps été largement utilisés. Cependant, compte tenu de leurs effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement (GARUD *et al.*, 2024) des alternatives sont adoptées. Il s'agit des technologies moins coûteuses et plus biologiques, telles que l'utilisation d'extraits de plantes locales, d'huile essentielle, d'antagoniste en traitement des semences comme le témoignent plusieurs travaux de recherche. Des extraits de plantes médicinales utilisés dans le traitement du sorgho ont montré un effet positif sur les rendements (OUEDRAOGO *et al.*, 2024), sur le cotonnier (KOBENAN *et al.*, 2018). Des semences de maïs traitées avec des souches de *Trichoderma* ont montré une réduction des champignons associés et un effet positif sur les paramètres de germination (DABIRÉ *et al.*, 2023). Cependant, très peu d'informations sont disponibles au Burkina Faso concernant les moyens de traitement des semences du cajou. C'est ainsi que s'inscrit la présente étude qui a pour objectifs spécifiques de : 1) inventorier les champignons associés aux noix de cajou et 2) évaluer l'efficacité de différentes méthodes de désinfection pour limiter leur développement. Cette étude nous permettra de disposer de plus de connaissances sur

les agents pathogènes fongiques associés aux noix de cajou et les méthodes de désinfection efficaces.

Matériel et méthodes

Site d'étude

Les noix de cajou ont été collectées dans le Kénédougou, la Léraba et la Comoé, qui font partie des zones de production par excellence de noix de cajou au Burkina Faso (Figure 1).

L'étude a été réalisée au laboratoire de Phytopathologie du CRE-FL, INERA/Farako-Bâ pendant la période de juillet à septembre 2025.

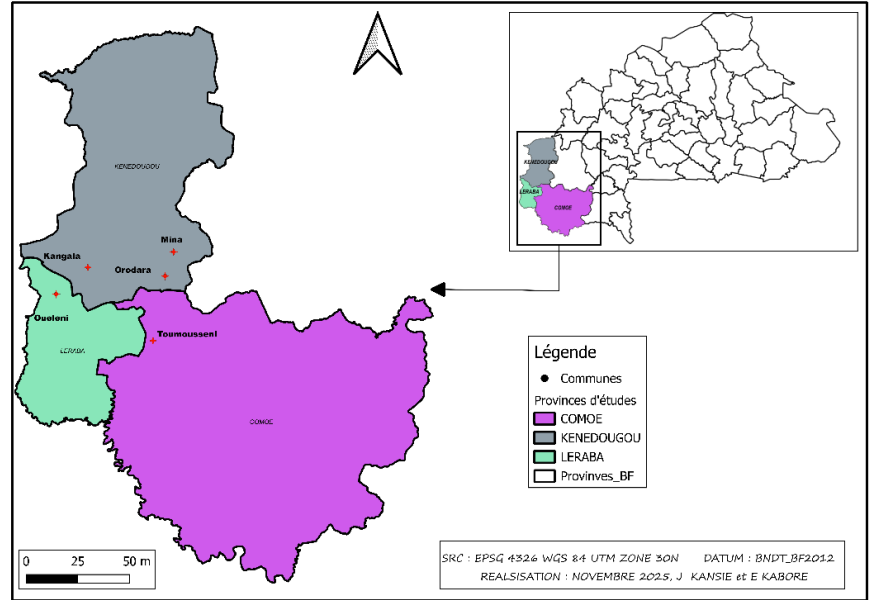


Figure 1 : Site de collecte des noix de cajou dans les vergers d'anacardier atteints par la gommose.

Matériel végétal

Les noix de cajou ont été collectées dans trois provinces du Burkina Faso, le Kénédougou, la Léraba et la Comoé. Ces zones abritent des clones d'anacardiers qualifiés d'arbres mères, à haut rendement identifiés par les sélectionneurs de l'INERA (TARPAGA *et al.*, 2021), dont certains pieds ont fait l'objet d'un inventaire fongique associé à la gommose (KANSIE *et al.*, 2025). Les traitements ont porté sur des noix issues de pommes jaunes et rouges, des couleurs prédominantes dans la zone d'étude (Tableau I).

Tableau I : Liste des lots de noix de cajou collectées dans les vergers atteints de la gommose

Numéro	Code	Couleur-Pomme	Localité
1	Lot1	CJ	Kangala
2	Lot6	CJ	Kangala
3	Lot10	CR	Kangala
4	Lot13	CJ	Kangala
5	Lot15	CJ	Kangala
6	Lot16	CR	Kangala
7	Lot2	CR	Mina
8	Lot4	CR	Mina
9	Lot5	CR	Mina
10	Lot20	CR	Mina
11	Lot3	CJ	Orodara
12	Lot7	CR	Orodara
13	Lot14	CJ	Orodara
14	Lot17	CR	Orodara
15	Lot21	CJ	Orodara
16	Lot9	CJ	Toumousseni
17	Lot11	CR	Toumousseni
18	Lot12	CJ	Toumousseni
19	Lot19	CR	Toumousseni
20	Lot8	CJ	Ouéléni
21	Lot18	CR	Ouéléni
22	Lot22	CR	Ouéléni

Légende : CR : pieds à pomme couleur rouge, CJ : pomme couleur Jaune

Produits de traitements

Les traitements étaient constitués des extraits de feuilles fraîches et d'huile essentielle d'*O. gratissimum* (basilic africain), des extraits éthanoliques de feuilles sèches de *Cassia nigricans*, de feuilles fraîches et d'huile d'*Azadirachta indica* (neem), de trois souches de *Trichoderma*, un témoin positif, le mancozèbe (MANGA-PLUS, 80WP) et un témoin négatif.

Méthodologie

Analyse phytosanitaire des noix de cajou et des plantules

L'analyse phytosanitaire des noix dans la présente étude a consisté en une description basée sur des observations visuelles et l'inventaire fongique.

Les observations visuelles ont porté sur les symptômes observés à la surface des noix (présence de taches, décoloration, etc.), les déformations. L'analyse a porté sur un total de 22 lots de noix de cajou, chacun composé de 100 noix. Un total de 25 noix issues des différents lots a été désinfecté à l'alcool (70 %) et à l'eau de Javel à 1 %, puis rincé trois fois à l'eau distillée stérile. Ensuite, les noix ont été incubées dans les pots (assiettes) contenant du papier Buvar stérile préalablement imbibé d'eau distillée stérile, et incubées à une température de 28 ± 2 °C pendant 7 jours. Parallèlement, des noix apparemment saines ont été semées à raison de 25 noix par lot dans des pots de pépinière. Après un mois, les plantules obtenues ont été soumises à un inventaire fongique. Cinq plantules ont été retenues dans chaque lot de noix semées. Les différents organes, feuilles, tiges et racines des plantules ont été incubés par la méthode du papier Buvar dans des boîtes de Petri. Les feuilles, tiges et racines des plantules ont été découpées en de petit fragment dont quatre (4) morceaux ont été désinfectés, et incubés selon le même procédé réalisé sur les noix. L'isolement et l'identification des champignons ont été réalisés à l'aide de la loupe binoculaire et d'un montage sur lame et lamelle au microscope au grossissement 40X, en se basant sur la clé d'identification de (MATHUR et KONGSDAL, 2003), ainsi que sur les données de la littérature. Pour chaque grain de noix de cajou et chaque organe de plantule, la fréquence d'apparition du champignon par genre a été notée, puis le pourcentage a été calculé à partir de ces fréquences.

Evaluation *in vitro* de l'effet des extraits de plantes et de souches de *Trichoderma* sur la croissance des champignons identifiés

Les feuilles fraîches d'*O. gratissimum* ont été cueillies manuellement sur le site de Farako-Bâ situé à 10 Km de Bobo-Dioulasso, conditionnées dans des sacs en polyéthylène et transportées au laboratoire pour l'étape d'extraction. Les feuilles ont été désinfectées à l'alcool (70 %) en 30 secondes, rincées 3 fois à l'eau distillée, séchées pendant (1) heures en milieu ambiant, et écrasées. Cent grammes de pâte ont été mélangés à 100 ml d'eau distillée, puis filtrés et centrifugés puis centrifugée pendant 15 min à 14000 rpm pour obtenir un filtrat qui a servi au test. L'huile d'*Ocimum* a été obtenue par extraction selon RASSEM *et al.* (2016), et l'huile de neem a été obtenue selon la structure (BIOPROTECT).

L'extrait hydroalcoolique de *Cassia nigricans* a été obtenu auprès du laboratoire de biochimie de l'INERA. Les feuilles de *Cassia* ont été collectées, lavées et séchées sous serre (10 jours). Après le séchage, elles ont été broyées en poudre fine, dont 100 g ont été macérées dans un mélange de 687 ml d'eau distillée et 312,5 ml d'éthanol pendant 48 h. Après filtrage, 0,80 litres d'extrait à 25g/l ont été obtenus. Pour la désinfection des semences, 75 ml d'extrait (1, 875 g d'extrait sec) ont été utilisés.

Les extraits ont été testés à la concentration de 75 % et les huiles à la concentration de 2000 ppm. Chaque traitement a été incorporé dans du milieu PDA stérilisé, maintenu à 55 °C au Bain-Marie, homogénéisé par agitation, puis réparti dans des boîtes de Petri. Après refroidissement du milieu, un explant mycélien de 5 mm de chaque espèce, âgé de sept (07) jours, a été repiqué sur le milieu de culture empoisonné. Pour obtenir un traitement de volume final 100 ml contenant 75 % d'extrait de plante, 75 ml d'extrait ont été incorporés à 25 ml de milieu PDA stérile. Autrement dit, dans un volume de 100 ml de milieu PDA préparé, 75 ml ont été remplacés par 75 ml d'extrait de plante. Concernant les traitements à base d'huiles à la concentration de 2000 ppm, 200 µl d'huile ont été incorporés dans 100 ml de milieu PDA stérile, en remplacement de 200 µl de milieu PDA stérile.

La confrontation directe a été utilisée pour le cas de *Trichoderma* suivant la méthode de DABIRÉ *et al.* (2023). Ainsi, deux types d'explants de 5 mm, celui de l'antagoniste et du pathogène, ont été simultanément repiqués dans des boîtes de Petri contenant du PDA stérile, séparés l'un de l'autre de 6 cm. Chaque traitement a été fait en 3 répétitions, puis incubé à 28 ± 2 °C sous un éclairage alterné de 12 heures de lumière proche des UV et 12 heures d'obscurité pendant 7 jours. Le milieu PDA sans traitement a été désigné comme témoin négatif et le mancozèbe (Manga-Plus, 80WP) témoin positif. Le tableau II montre les différents traitements appliqués sur la croissance mycélienne des différentes espèces de champignons identifiés sur les noix et les plantules.

Tableau II: Liste des traitements appliqués aux champignons isolés des noix et des plantules

Traitements	Produits	Concentrations testées
T1	Extraits éthanoliques de <i>Cassia nigricans</i>	75 %/100 ml
T2	Huile essentielle d' <i>Ocimum gratissimum</i>	2000 ppm /100 ml
T3	Huile de neem	2000 ppm /100 ml
T4	Extraits d' <i>Ocimum gratissimum</i>	75 % /100 ml
T5	Mancozèbe (Manga-Plus, 80 WP)	1g/100 ml
T6	<i>Trichoderma</i> sp1;	Explant
T8	<i>Trichoderma</i> sp2;	Explant
T10	<i>Trichoderma</i> sp3.	Explant

Le taux d'inhibition a été calculé selon la formule d'EHIOBU et d'OGU (2018), lorsque le champignon du témoin négatif a recouvert toute la surface de la boîte de Petri. Pour la mesure de la croissance mycélienne dans les boîtes traitées, deux droites perpendiculaires ont été tracées sur le

verso de chaque boîte de Petri. A l'aide d'une règle graduée, la mesure a été faite chaque 24 heures.

Taux (%) d'inhibition du mycélium

$$= \frac{(\text{Diamètre} \text{ témoin} - \text{diamètre traité})}{\text{diamètre témoin}} \times 100$$

Désinfection des noix

La désinfection des noix était liée aux résultats des traitements sur la croissance mycélienne des champignons identifiés sur les noix et les organes de plantules analysées. Ainsi, six traitements ont été retenus pour désinfecter les noix (Tableau III). Il s'agit des extraits d'*O. gratissimum*, de *Cassia nigricans* à 75 %, l'huile essentielle d'*O. gratissimum* à 2000 ppm, une souche de *Trichoderma* (*Trichoderma* sp2), un témoin positif le mancozèbe et eau distillée stérile comme témoin négatif. Un total de 25 noix issues de chaque lot a été trempé dans chaque solution de traitement pendant 24 h, à l'exception du traitement au *Trichoderma* et du Manga-Plus qui ont été faits en 30 min. Pour le traitement à base de *Trichoderma*, une suspension conidienne a été préparée à partir de l'isolat *Trichoderma* sp2 âgé de 10 jours en ajoutant 10 ml de Tween (80 %) dilué à 0,05 % dans la boîte de Petri contenant le champignon. La suspension a été filtrée avec une mousseline, puis ajustée à 10⁶ conidies/ml à l'aide de la cellule de Malassez. La désinfection des noix avec le mancozèbe, a été faite en mélangeant 1 g du produit à 100 g de noix, puis agiter manuellement pour obtenir un enrobage homogène, et laisser pendant 30 min.

Les noix ont été séchées sous une hotte à flux laminaire pendant 2 heures. La méthode du papier Buvard a été utilisée (Figure 2). Les échantillons de noix ont été ensuite incubées à 28°C sous une alternance de 12 heures à la lumière UV et 12 heures à l'obscurité pendant 7 jours. Les boîtes traitées ont été disposées aléatoirement dans l'incubateur pour limiter le biais lié à la position. Un inventaire fongique a été réalisé afin d'évaluer, pour chaque traitement, le taux d'infestation (TIF), le taux de germination (TG), taux de levée des plantules (TLp), la hauteur moyenne de la plantule, le nombre de feuilles (NFe), longueur moyenne racinaire (LRa).

Tableau III : Liste des traitements appliqués pour la désinfection des noix

Traitements	Produits	Concentrations testées
T1	Extraits d' <i>Ocimum gratissimum</i>	75 % /100 ml
T2	Extraits éthanoliques de <i>Cassia nigricans</i>	75 %/100 ml
T3	Huile essentielle d' <i>Ocimum gratissimum</i>	2000 ppm /100 ml
T4	Mancozèbe (Manga-Plus, 80 WP)	1g/100 ml
T5	<i>Trichoderma</i> sp2	10 ⁶ conidies/ml
T6	Eau distillée stérile	100 ml

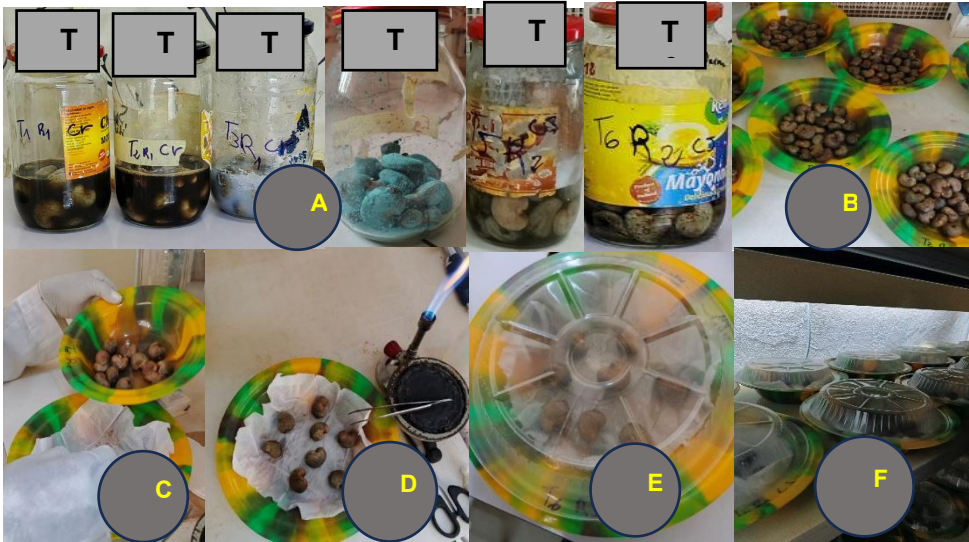


Figure 2 : Méthode de désinfection des noix de cajou. A: noix trempées dans les produits pendant 24 h 24h; B: séchage des noix traitées sous la hotte, C-D: incubation des noix par la méthode du papier Buvard. E-F: mise en incubation des noix traitées.
T1: extrait aqueux d'*O. gratissimum*; T2: Extrait éthanolique de *Cassia nigricans*; T3: Huile essentielle d'*O. gratissimum*; T4: fongicide mancozèbe ; T5: *Trichoderma* sp2; T6: Témoin négatif.

Le logiciel Excel a été utilisé pour la saisie des données et la création des graphiques. Le logiciel R (version 4.3.3) a servi au calcul des pourcentages des espèces de champignons isolées, des taux moyens d'inhibition des différents traitements, des taux d'infestation des noix traitées, ainsi qu'au calcul des taux de germination, de la levée et de la longueur racinaire moyenne. L'ANOVA et le test de Tukey pour la séparation des moyennes ($p < 0,05$) ont été réalisés à l'aide du logiciel R.

Résultats

Observations visuelles des symptômes sur les noix

De manière descriptive, les observations visuelles ont permis de distinguer des noix présentant des taches brunâtres ainsi que des anomalies telles qu'une petite taille, un mauvais remplissage de la graine, des graines déformées. De façon générale, les 22 lots de noix de cajou collectées présentaient une décoloration brunâtre sur l'enveloppe externe.

Inventaire fongique des noix et des plantules

Les résultats ont révélé que les noix, tout comme les plantules de cajou, sont infestées par les champignons. Les noix sont colonisées par les 7 espèces *A. flavus*, *A. niger*, *F. moniliforme*, *F. solani*, *P. notatum*, *R. sp* et *V. Longisporum* (Figure 3A). Les plantules, quant à elles, il y a 8 espèces : *A. flavus*, *A. niger*, *F. moniliforme*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *P. notatum*, *B. cinerea*, *C. lunata*. (Figure 3B).

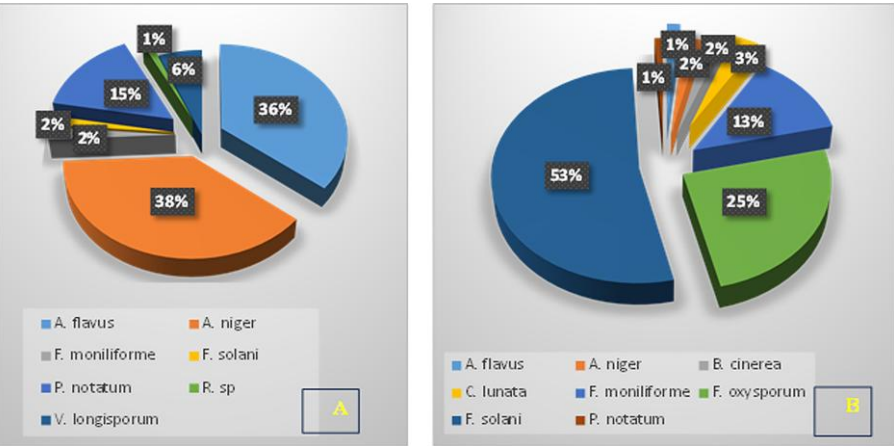


Figure 3: A: Pourcentage des champignons identifiés sur les noix de cajou. B: Pourcentage des champignons isolés des plantules d'anacardier.

Légende : *A. flavus*: *Aspergillus flavus*, *A. niger*: *Aspergillus niger*, *F. moniliforme*, *F. solani*, *P. notatum*, *R. sp* et *V. longisporum*; B. *Cinerea* : *Botrytis cinerea*, *C. Lunata*: *Curvularia lunata*.

Taux d’inhibition des différents traitements sur les champignons

Les résultats de l’analyse de variance ont révélé que les traitements appliqués ont montré une variation très hautement significative ($p = < 2 \times 10^{-16} ***$) dans leur efficacité. Certains traitements ont complètement inhibé la croissance des champignons, tandis que d’autres ont présenté de faibles taux d’inhibition. Dans l’ensemble, le taux moyen a varié de 10,64 % à 100 %. Le traitement T2 (huile d’*O. gratissimum*) a été plus efficace, avec 100 % d’inhibition chez toutes les espèces fongiques testées. Ce traitement est suivi des traitements à base des trois souches de *Trichoderma*, T1, T6, T8 et T10, puis T4 et T3. Le T5 (témoin positif) qui est le mancozèbe a eu les mêmes effets que le traitement T2. Les résultats ont été consignés dans le tableau IV ci-dessous.

Tableau IV : Moyennes des taux d’inhibition induits par les traitements sur les espèces de champignons associées aux noix de cajou

Traitements	Taux Moyen d’inhibition				
	Af	An	Pn	Fo	Fs
T1	85,68 ^{abcd} ± 4,5	39,3 ^e ± 15,9	81,05 ^{abcd} ± 6,9	88,1 ^{abcd} ± 16,8	85,24 ^{abcd} ± 12,7
T2	100 ^a ± 0	100 ^a ± 0	100 ^a ± 0	100 ^a ± 0	100 ^a ± 0
T3	13,33 ^f ± 1,7	10,64 ^f ± 1,0	25,6 ^{ef} ± 6,0	14,59 ^{ef} ± 2,2	16,79 ^{ef} ± 6,3
T4	22,21 ^{ef} ± 4,6	21,22 ^{ef} ± 0,3	21,78 ^{ef} ± 4,2	15,41 ^{ef} ± 4,4	28,05 ^{ef} ± 1,3
T5	98,49 ^{ab} ± 2,1	84,62 ^{abcd} ± 3,6	76,01 ^{abcd} ± 3,8	90,58 ^{abc} ± 4,4	92,11 ^{abc} ± 11,2
T6	79,38 ^{abcd} ± 1,3	78,84 ^{abcd} ± 6,2	71,2 ^{cd} ± 3,3	78,78 ^{abcd} ± 1,6	79,32 ^{abcd} ± 2,5
T8	77,72 ^{abcd} ± 0,2	73,47 ^{cd} ± 4,3	70,83 ^{cd} ± 1,8	73,7 ^{bcd} ± 2,4	81,6 ^{abcd} ± 1,4
T10	78,83 ^{abcd} ± 0,6	76,89 ^{abcd} ± 0,1	65,22 ^d ± 14,9	73,74 ^{bcd} ± 1,2	83,55 ^{abcd} ± 1,2
F	51,4				
Pr>F	<2x10 ⁻¹⁶ ***				
Signif.	THS				

NB: THS: Très Hautement significatif. Les valeurs qui ont les mêmes lettres ne sont pas différentes (test de Tukey, $p < 0,05$).
Légende: Af : *Aspergillus. Flavus*; An : *Aspergillus niger*; Pn : *Penicillium notatum* ; Fo: *Fusarium oxysporum* ; Fs: *Fusarium solani*.
T1 : Extrait éthanolique de *Cassia nitrogans*; T2: Huile essentielle d’*O. gratissimum*; T3: Huile de neem; T4 : Extrait d’*O. gratissimum* ; T5 : fongicide mancozèbe (contact) ; T6 : Souche de *Trichoderma* sp1; T8 : *Trichoderma* sp2; T10 : *Trichoderma* sp3.

Taux d’infestation, de germination et de levée des plantules

Les résultats ont montré que l’ensemble des traitements ont eu un effet très significativement différent sur l’infestation ($p = 0,000513 ***$), sur la germination des noix ($p = 2,78 \times 10^{-06} ***$). Les valeurs moyennes du taux de germination ont varié entre 48 et 100 %. Quant à la levée des plantules, les résultats n’ont pas révélé de différence significative ($p = 0,438$).

Les valeurs moyennes de la hauteur et de la longueur des racines ont varié respectivement de 12,3 à 19,3 cm et de 7,6 à 17,3 cm. Pour la variable nombre de feuilles par plantules, aucune variation n’a été observée avec des valeurs moyennes comprises entre 3,9 à 5,4. Le traitement T5CJ a enregistré la plus grande longueur de tige et de racine (19,3 cm et 17,3 cm, respectivement). Et les faibles valeurs ont été enregistrées par le témoin avec HT (12,3 à 13,2 cm) et LRa (7,6 à 8,6 cm). Le tableau V présente les valeurs moyennes des différentes variables caractéristiques de la germination et de la croissance des plantules.

Tableau V : Moyennes des taux de germination et de levée des noix de cajou traitées

Traitements	Taux Moyen d’inhibition				
	Af	An	Pn	Fo	Fs
T1	85,68 ^{abcd} ±4,5	39,3 ^e ±15,9	81,05 ^{abcd} ±6,9	88,1 ^{abcd} ±16,8	85,24 ^{abcd} ±12,7
T2	100 ^a ±0	100 ^a ±0	100 ^a ±0	100 ^a ±0	100 ^a ±0
T3	13,33 ^f ±1,7	10,64 ^f ±1,0	25,6 ^{ef} ±6,0	14,59 ^{ef} ±2,2	16,79 ^{ef} ±6,3
T4	22,21 ^{ef} ±4,6	21,22 ^{ef} ±0,3	21,78 ^{ef} ±4,2	15,41 ^{ef} ±4,4	28,05 ^{ef} ±1,3
T5	98,49 ^{ab} ±2,1	84,62 ^{abcd} ±3,6	76,01 ^{abcd} ±3,8	90,58 ^{abc} ±4,4	92,11 ^{abc} ±11,2
T6	79,38 ^{abcd} ±1,3	78,84 ^{abcd} ±6,2	71,2 ^{cd} ±3,3	78,78 ^{abcd} ±1,6	79,32 ^{abcd} ±2,5
T8	77,72 ^{abcd} ±0,2	73,47 ^{cd} ±4,3	70,83 ^{cd} ±1,8	73,7 ^{bcd} ±2,4	81,6 ^{abcd} ±1,4
T10	78,83 ^{abcd} ±0,6	76,89 ^{abcd} ±0,1	65,22 ^d ±14,9	73,74 ^{bcd} ±1,2	83,55 ^{abcd} ±1,2
F	51,4				
Pr>F	<2x10 ⁻¹⁶ ***				
Signif.	THS				

NB : THS: Très hautement significatif ; NS: Non significatif. Les moyennes qui ont les mêmes valeurs ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey (p<0, 05).
Légende : T1: extrait aqueux d'*O. gratissimum*; T2: Extrait éthanolique de *Cassia nigricans*; T3: Huile essentielle d'*O. gratissimum*; T4: fongicide mancozèbe ; T5: *Trichoderma* sp2; T6: Témoin négatif. TIF: Taux d’infestation ; TG: Taux de germination ; TLp: Taux de levée des plantules; HT: Hauteur de la tige; NFe: nombre de feuilles; LRa: Longueur de la racine.

Discussion

L’analyse sanitaire révèle que les genres *Aspergillus*, *Fusarium* et *Penicillium* sont les plus rencontrés sur les noix et les plantules d’anacardier. Les espèces *A. niger*, *A. flavus*, et *P. notatum* prédominent sur les noix, tandis que sur les plantules, on note les espèces *F. moniliforme*, *F. oxysporum* et *F. solani*. Cela montre que les infestations post-récolte concernent plus les

genres *Aspergillus* et *Penicillium*, par contre, au stade de plantule, les contaminations sont dues au genre *Fusarium*. Ce qui peut entraîner un impact négatif de cette flore fongique sur la survie des noix et des plantules d'anacardier. Ces résultats sont en accord avec certains travaux de la littérature. Les espèces *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp ont été signalées sur les semences de tomate (ALSUDANI, 2025), *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp sur les semences de jute (BARMAN *et al.*, 2025), *Aspergillus* spp, *Fusarium* spp, *Penicillium* sp sur les noix de cajou (DOMEDJUI *et al.*, 2022; WONNI *et al.*, 2017), et sur les graines et les fruits sauvages (PERERA *et al.*, 2020).

Les taux moyens d'inhibition des traitements sur certaines espèces fongiques associées aux noix et aux plantules de cajou, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium notatum*, *Fusarium moniliforme* et *Fusarium solani* montrent des différences hautement significatives ($p < 0,05$). L'huile essentielle d'*O. gratissimum* présente les taux les plus élevés de 100 %, tandis que l'huile de neem (10,64 à 25,6 %) et les extraits aqueux d'*Ocimum* (15,41 à 28,05 %) présentent de faibles taux par rapport aux témoins. Les différences d'efficacité observées entre les traitements pourraient s'expliquer par leurs mécanismes biologiques distincts. Les huiles essentielles, riches en composés volatils bioactifs tels que les monoterpènes et les phénols, perturbent l'intégrité membranaire des champignons et inhibent plusieurs enzymes clés du métabolisme, ce qui justifie leurs performances élevées. Ces résultats sont en accord avec les travaux de SALVI *et al.* (2022) qui montrent que les huiles essentielles sont riches en divers composés bioactifs, notamment le phénol, le γ -muurolène, le 2-méthoxy-3-(2-propenyl), le β -cubébène, l'ylangène. À l'inverse, les extraits aqueux montrent une activité plus faible, probablement liée à une moindre concentration en métabolites antifongiques actifs et à une pénétration limitée dans les tissus contaminés. Ce n'est pas le cas de l'huile de neem, qui est une huile végétale. Tout comme la plupart des huiles végétales, elle est sensible à l'oxydation liée à l'air, à la température, la chaleur (DRIDI, 2016). Les extraits de *Cassia nigricans* sont efficaces contre les pathogènes testés. Ce qui montre que cette plante renferme également des composés lui conférant un potentiel antifongique. Selon SOURABIE *et al.* (2020), le *Cassia nigricans* est utilisé pour la conservation des denrées alimentaires comme les céréales (maïs, fonio), en raison de son potentiel répulsif et anti-appétissant pour les bioagresseurs des produits de conservation. Par ailleurs, des études montrent que *Cassia nigricans* contient une molécule appelée émodine, appartenant à la famille des anthraquinones, qui lui confère une activité antimicrobienne (FADIMATOU *et al.*, 2025).

Les traitements à base de *Trichoderma* montrent un taux de germination variant de 65,22 à 83,55 % sur l'ensemble des 3 genres fongiques majoritaires cités ci-dessus. Ces résultats sont corroborés par les travaux de DABIRÉ *et al.* (2023), qui ont trouvé un coefficient d'antagonisme compris entre 0,68 et 0,86 (68 à 86 %). En effet, la souche de *Trichoderma* sp se distingue par son

hyperparasitisme, la production d'enzymes hydrolytiques et la compétition efficace pour les nutriments (MUHIBUDDIN *et al.*, 2021), ce qui renforce son action inhibitrice. Enfin, la résistance relative de certains genres comme *Aspergillus* et *Fusarium* pourrait être attribuée à leur paroi cellulaire robuste et à leur forte capacité sporulante.

Le taux moyen d'infestation des noix traitées varie de manière très significativement d'un traitement à l'autre. Les deux types de noix traités à l'huile d'*O. gratissimum* présente de faibles taux d'infestation, de forts taux de germination par rapport aux autres traitements et par rapport au témoin non traité. Les huiles d'*Ocimum* pourraient ralentir l'émergence des pathogènes et favoriser la germination effective des noix. Ces résultats sont similaires à ceux de KOBENAN *et al.* (2018) qui ont trouvé que les cotonniers traités aux huiles d'*Ocimum gratissimum* ont montré une productivité supérieure. Tous les traitements ont favorisé la germination des noix, par rapport au témoin qui est envahi par les pathogènes. Cela a un effet négatif sur la germination.

De même, les noix traitées avec la souche de *Trichoderma* sp présentent un faible taux d'infestation par rapport au témoin. Cela montre que la souche a un effet négatif sur l'apparition précoce des pathogènes tels que *Aspergillus*, *Penicillium*, etc. Par ailleurs, la présence de *Trichoderma* favorise également la germination et n'empêche pas la levée des plantules et affecte positivement la croissance de la tige et des racines chez les plantules. Selon les travaux de RUBAYET et HOSSAIN (2025), les formulations à base de *Trichoderma* ont, en plus du rôle d'antagoniste sur les pathogènes, un autre rôle, celui de stimulateur de la croissance des plantes.

Conclusion

Cette étude met en évidence une flore fongique diversifiée associée aux noix de cajou en post-récolte ainsi qu'aux plantules au stade végétatif, dominée par les genres *Aspergillus*, *Fusarium* et *Penicillium*. Les essais réalisés montrent que certaines solutions naturelles constituent des alternatives prometteuses au contrôle chimique. En particulier, l'huile essentielle d'*Ocimum gratissimum*, les extraits de *Cassia nigricans* et la souche antagoniste de *Trichoderma* sp. se sont révélés capables de réduire significativement la croissance mycélienne des agents pathogènes tout en améliorant la germination et le développement des plantules. Ces résultats confirment le potentiel des approches de biocontrôle pour renforcer la qualité sanitaire des noix de cajou. Ils offrent également une base solide pour des essais complémentaires en conditions in vivo, en vue d'une intégration future dans les pratiques de gestion durable post-récolte.

Remerciements

Ce travail scientifique a été soutenu par le Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricole (CORAF) dans le cadre du projet TARsPro.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs

KYJ : Rédaction-révision et édition, validation, Méthodologie, Analyse formelle, Conservations des données, Conceptualisation, Acquisition des fonds

DD: Contribution aux travaux expérimentaux comme stagiaire, collecte des données, assistance technique et manipulations des échantillons

DZO : Rédaction, Méthodologie, Révision, validation

TWV : Révision, Rédaction, méthodologie, validation, Acquisition des fonds

WI : Méthodologie, Révision, validation

SI : Supervision, méthodologie, Acquisition des fonds

Références Bibliographiques

ADAMOU I., HABOU Z.A., HASSIMI M.S., MAMANE S.M., & ADAM T., 2020. Effet des huiles de pourghère (<I>Jatropha curcas L.</I>) et de neem (<I>Azadirachta indica</I> A. Juss) sur le développement in vitro des champignons pathogènes *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Curvularia lunata*, *Fusarium oxysporum* et *Rhizopus oryzae*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(4), 1282-1293.

ALSUDANI A.A., 2025. The most important diseases caused by fungi in tomato seeds : A review. *GSC Advanced Research and Reviews*, 22(1), 020-030.

BARMAN L.C., BEGUM F., AHMMED A.N.F., AKTER U.H., RASHID K., ALPONA MST.A.T., & JAHAN I., 2025. Prevalence of Associated Seed Borne Fungi of Jute and Allied Fiber Crops. *American Journal of Plant Sciences*, 16(03), 398-418.

CBA. (2021). *Rapport annuel 2021 sur la filière anacarde au Burkina Faso*.p. 38.

CHAGAS J.F.R., SAGIO S.A., LEAO E.U., CHAGAS A.F.J., GIONGO M.V., DE SOUSA R.W.A., RIBEIRO F.R., & DOS SANTOS G.R., 2017. Sanitary analysis, transmissibility and pathogenicity of

fungi associated with cashew nuts. *African Journal of Agricultural Research*, 12(4), 229-236.

COUTINHO I.B.L., FREIRE F.C.O., LIMA C.S., LIMA J.S., GONÇALVES F.J.T., MACHADO A.R., SILVA A.M.S., & CARDOSO J.E., 2017. Diversity of genus *Lasiodiplodia* associated with perennial tropical fruit plants in northeastern Brazil. *Plant Pathology*, 66(1), 90-104.

DABIRÉ D.T., SANOU A., BONZI S., & SOMDA I., 2023. Effet de l'Enrobage des Semences de Maïs (*Zea mays* L.) avec *Trichoderma harzianum* sur la Levée et la Croissance des Plantules au Burkina Faso. *European Scientific Journal, ESJ*, 19(24), 90.

DIANDA O.Z., KANSIE Y.J., WONNI I., & FERNANDEZ D., 2025. Phylogeny and pathogenicity of *Lasiodiplodia* species associated with gummosis and dieback of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Burkina Faso. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 138, 102698.

DIANDA O.Z., WONNI I., DIANA F., TRAORÉ O., ZOMBRÉ C.T., & BORRO F., 2020. In vitro efficacy of some plant aqueous extracts against two species of *Lasiodiplodia* associated to mango decline in Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(8), 2699-2712.

DIANDA O.Z., WONNI I., OUÉDRAOGO L., SANKARA P., TOLLENAERE C., DEL PONTE E.M., & FERNANDEZ D., 2023. *Lasiodiplodia* species associated with mango (*Mangifera indica* L.) decline in Burkina Faso and influence of climatic factors on the disease distribution. *bioRxiv*.

DOMEDJUI K., ETSE K., GBOGBO K., KPEMOUA E., TEDIHOU E., PITEKELABOU R., LARE T., PALANGA E., & KOFFI A., 2022. Phenotypic Characterization of Fungal Pathogens Associated with the Main Mycoses of Cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Biotechnology Journal International*, 26, 1-10.

DRIDI W., 2016. *Influence de la formulation sur l'oxydation des huiles végétales en émulsion eau-dans-huile* [Thèse de Doctorat]. <https://theses.hal.science/tel-01376766v1>

EHIOBU J., & OGU G., 2018. Phytochemical Content and In Vitro Antimycelial Efficacy of *Colocasia esculenta* (L), *Manihot esculenta* (Crantz) and *Dioscorea rotundata* (Poir) Leaf Extracts on *Aspergillus niger* and *Botryodiplodia theobromae*. *Journal of Horticulture and Plant Research*, 1, 9-18.

FADIMATOU A., BOUKLI HACENE F., GHALEM M., NOUMI G.B., MOMENI J., MBAIDANEM L.-N., & GHALEM S., 2025.

Insecticidal and Bactericidal Activities of *Cassia nigricans* Vahl and Molecular Docking Analysis of Insect Acetylcholinesterase. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 21(6), 520-527.

FAOSTAT. (2024). *Données sur la production de noix de cajou au Burkina Faso* [Base de données]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data>; consulté le 07 juin 2025

GARUD A., PAWAR S., PATIL M.S., KALE S.R., & PATIL S., 2024. A Scientific Review of Pesticides : Classification, Toxicity, Health Effects, Sustainability, and Environmental Impact. *Cureus*, 16(8), e67945.

KANSIE Y.J., DIANDA Z.O., TARPAGA W.V., WONNI I., BOUGOUM H., & SOMDA I., 2025. Inventaire des champignons associés aux symptômes de la gommose de l'anacardier au Burkina Faso. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 13(3)

KOBENAN K., TIA V., OCHOU G., & ... (2018). Comparaison du potentiel insecticide des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* L. et de *Ocimum canum* Sims sur *Pectinophora gossypiella* Saunders *European Scientific ...*, Query date: 2023-11-30 19:11:45.

MATHUR S.B., & KONGSDAL O., 2003. *Common Laboratory Seed Health Testing Methods for Detecting Fungi*. International Seed Testing Association.

MEHL J., WINGFIELD M., ROUX J., & SLIPPERS B., 2017. Invasive Everywhere ? Phylogeographic Analysis of the Globally Distributed Tree Pathogen *Lasiodiplodia theobromae*. *Forests*, 8(5), 145-145.

MONTEIRO F., DINIZ I., PENA A.R., BALDÉ A., CATARINO L., & BATISTA D., 2020. First Report of Three *Lasiodiplodia* Species (*L. theobromae*, *L. pseudotheobromae*, and *L. caatinguensis*) Causing Cashew Gummosis in Guinea-Bissau (West Africa). *Plant Disease*, 104(9), 2522-2522.

MUHI BUDDIN A., SETIYOWATI E.M., & SEKTIONO A.W., 2021. Mechanism Antagonism of *Trichoderma viride* Against Several Types of Pathogens and Production of Secondary Metabolites. *Agrosaintifika*, 4(1), 243.

OUEDRAOGO B.I., ZIDA P.E., NEYA B.J., & SOALLA W.R., 2024. *Traitement des semences de sorgho avec des extraits de plantes locales : Adoption et effets sur les productivités agricoles au Burkina Faso*. 40.

OUILI A., MAIGA Y., NIKIEMA M., BISSIRI S., DABIRE Y., ILIASSOU M., COMPAORÉ C.O., & OUATTARA A., 2023. Post-Harvest Fungi Associated with Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.)

Seeds Produced in Burkina Faso. *Advances in Microbiology*, 13, 148-163.

PERERA R., HYDE K., MAHARACHCHIKUMBURA S., JONES E., MCKENZIE E., STADLER M., LEE H., SAMARAKOON M.C., EKANAYAKA A., ERIO C., LIU J., & ZY L., 2020. Fungi on wild seeds and fruits. *mycosphere*, 11, 2108-2480.

RASSEM H.H.A., NOUR A.H., & YUNUS R.M., 2016. Techniques For Extraction of Essential Oils From Plants : A Review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*.

RUBAYET MD.T., & HOSSAIN MD.M., 2025. Bio-Exploration of Plant Growth-Promoting Fungus *Trichoderma* as a Potent Candidate for Plant Disease Management: An Overview. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 25(1), 22-52.

SALVI P., KUMAR G., GANDASS N., KAJAL, VERMA A., RAJARAMMOHAN S., RAI N., & GAUTAM V., 2022. Antimicrobial Potential of Essential Oils from Aromatic Plant *Ocimum* sp.; A Comparative Biochemical Profiling and In-Silico Analysis. *Agronomy*, 12(3), 627.

SOURABIE S., ZERBO P., YONLI D., & BOUSSIM J.I., 2020. Connaissances traditionnelles des plantes locales utilisées contre les bio-agresseurs des cultures et produits agricoles chez le peuple Turka au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(4), 1390-1404.

SUMALATHA N., SURESH V., & KIRAN G., 2023. A Review on Mango Gummosis Incited by *Lasiodiplodia theobromae*. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(8), 2317-2330.

TARPAGA W.V., BOURGOU L., GUIRA M., & ROUAMBA A. (2021). Agro morphological characterization of cashew trees (*Anacardium occidentale* L.), in improvement for the high yield and high quality of raw nuts in Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(9), 3188-3199. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i9.17>

WONNI I., SÉRÉMÉ D., OUEDRAOGO I., KASSANKAGNO A.I., DAO I., OUÉDRAOGO L., & NACRO S. (2017). Diseases of cashew nut plants (*Anacardium Occidentale* L.) in Burkina Faso. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 6(3).