

Paramètres de productions de deux variétés de tomate traités avec *Tithonia diversifolia* et *Alchornea cordifolia*

N'Guettia Marie YAH^{1*}, Ahébé Marie Hélène KOFFI¹, Yah Gwladys GNAMIEN¹,
N'dodo Boni Clovis KOFFI¹ et Taky Hortense DIALLO ATTA²

¹ Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production
Agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

² Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des
Productions Agricoles, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

(Reçu le 17 Novembre 2021 ; Accepté le 30 Décembre 2021)

* Correspondance, courriel : nguettiayah@gmail.com

Résumé

En Côte d'Ivoire, les rendements de la tomate sont très faibles. Cette faiblesse de la production est liée à de nombreux facteurs tels que les maladies et la baisse de la fertilité des sols. Cette étude a pour objectif d'optimiser la production de deux variétés de tomate. Les feuilles de *T. diversifolia* et *A. cordifolia* ont été collectées, séchées dans les conditions du laboratoire puis broyées. Des quantités de 15 g d'extraits poudreux et de 100 mL d'extraits aqueux (15 g/100 mL d'eau) ont été utilisées pour traiter les poquets une semaine avant le repiquage des plants de tomate âgés de 30 jours. Le dispositif expérimental utilisé est en blocs de Fischer complètement randomisé avec deux variétés de tomate (UC 82 B et COBRA 26) et sept traitements. Le taux de survie des plants après le repiquage, le nombre de fleurs, fruits, le poids des fruits, le rendement ainsi que le taux de fruits présentant des pourritures ont été évalués. Les résultats ont montré que le taux de survie des deux variétés de tomate est important, cependant la variété UC 82 (59,52 à 91,90 %) a enregistré des taux faibles comparativement à la variété COBRA 26 (83,33 à 100 %). La variété Cobra a enregistré le plus grand nombre de fleurs (39,91 %), de fruits (40,12 %), les poids (53,43 %) et rendements en fruits (3 745,36 kg/ha) les plus élevés. Le poids des fruits a été significativement influencé par les formulations aqueuses et poudreuses de *T. diversifolia* et *A. cordifolia* contrairement aux autres paramètres. Ainsi, les formulations aqueuses de *T. diversifolia*, *A. cordifolia* et la formulation poudreuse de *T. diversifolia* ont enregistré les poids des fruits les plus élevés de 51,04 ; 52, 31 et 54,78 g respectivement. Les résultats montrent également que la pourriture molle et apicale des fruits entraîne des pertes de production sur les deux variétés de tomate avec des incidences de 21,42 et 22,01 % pour les témoins des variétés COBRA 26 et UC 82 C respectivement. L'incidence de ces pourritures a été significativement faible pour les plants traités. Cette étude a permis la mise en évidence des propriétés bio stimulatrices et bio pesticides de ces extraits comme ressource renouvelable pour une agriculture saine et durable.

Mots-clés : tomate, *Alchornea cordifolia*, *Tithonia diversifolia*.

Abstract

Production parameters of two tomato varieties treated with *Tithonia diversifolia* and *Alchornea cordifolia*

In Côte d'Ivoire, tomato yields are very low. This low production is linked to many factors such as diseases and declining soil fertility. The objective of this study is to optimize tomato production. The leaves of *T. diversifolia* and *A. cordifolia* were collected, dried under laboratory conditions and then ground. Quantities of 15 g of powdery extracts and 100 ml of aqueous extracts (15 g/100 mL of water) were used to treat seedlings one week before transplanting of 30-day-old tomato plants. Experimental design used was a completely randomized Fischer block design with two tomato varieties (UC 82 B and COBRA 26) and seven treatments. The survival rate of the plants after transplanting, the number of flowers, fruits, fruit weight, yield as well as the rate of fruits with rots was evaluated. The results showed that the survival rate of the two tomato varieties was important, however UC 82 variety (59.52 to 91.90 %) recorded low rates compared to COBRA 26 variety (83.33 to 100 %). COBRA 26 variety recorded the highest number of flowers (39.91 %), fruits (40.12 %), weights (53.43 %) and fruit yield (3745.36 kg/ha). Fruit weight was significantly influenced by both aqueous and powder formulations of *T. diversifolia* and *A. cordifolia* unlike other parameters. Thus, aqueous formulations of *T. diversifolia*, *A. cordifolia* and powdery formulation of *T. diversifolia* recorded the highest fruit weights of 51.04 ; 52, 31 and 54.78 g respectively. Results also showed that soft and apical fruit rot caused production losses on both tomato varieties with incidences of 21.42 and 22.01 % for the COBRA 26 and UC 82 C variety controls respectively. Incidence of these rots was significantly low for treated plants. This study allowed the highlighting of the bio stimulating and bio pesticidal properties of these extracts as a renewable resource for a healthy and sustainable agriculture.

Keywords : *tomato, Alchornea cordifolia, Tithonia diversifolia.*

1. Introduction

Le secteur maraîcher occupe une proportion non-négligeable dans les ménages des populations africaines. C'est une activité génératrice de revenu et d'emplois pour les couches vulnérables des régions urbaines [1]. La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) compte parmi les cultures maraîchères les plus importantes du monde [2]. Elle est cultivée dans plus de 170 pays sous divers climats, y compris les régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. La culture de la tomate est de plus en plus pratiquée dans les bas-fonds au cœur même des quartiers centraux, vu ses atouts tant par sa facilité culturale [3]. Cette culture est aujourd'hui une activité économique viable pour de nombreux producteurs ruraux, urbains et péri-urbains [4]. La tomate, est cultivée pour son fruit charnu, très recherché, riche en antioxydants phénoliques puis en éléments minéraux tels que le lycopène, les caroténoïdes, les vitamines A, C et E [5, 6]. C'est l'un des légumes fruits les plus importants dans l'alimentation humaine, car elle contribue à un régime alimentaire sain et équilibré [7]. En Côte d'Ivoire, la tomate est le légume le plus consommé avec une production nationale en tomate fraîche estimée à 44 078 millions de tonnes en 2018 [8]. Elle est cultivée dans toutes les zones de production agricole. Cette production est cependant limitée par de multiples contraintes abiotiques et biotiques qui affectent les rendements et les opérations post-récoltes qui en découlent. Les contraintes majeures à la production de la tomate sont le bas niveau de la fertilité des sols [9] et les pertes de rendements liées aux pourritures en culture et en post récolte. Pour améliorer les rendements et répondre à la demande des marchés sans cesse croissante, le recours aux pesticides de synthèse par les producteurs est quasiment systématique [10]. Aussi, on assiste à la dégradation de l'environnement liée à l'utilisation de ces produits

chimiques tant pour la fertilisation du sol que pour les traitements des plantes contre les agents biotiques. Pour pallier à ces problèmes, plusieurs études sont réalisées sur la recherche d'alternatives afin de réduire l'utilisation de produits chimiques. La lutte intégrée par la rotation des cultures et l'utilisation des extraits de plantes ont permis de réduire significativement la pression des bioagresseurs et le besoin en pesticides de synthèse [11]. Les biopesticides d'origine végétale ou plantes pesticides encore appelés pesticides botaniques, sont des pesticides naturels dérivés de plantes [12]. Elles constituent les plus anciennes formes de luttés contre les parasites. Les études effectuées au Ghana ont montré que 14 à 25 % des paysans utilisent les plantes pour la protection des cultures [13]. L'utilisation de ces plantes permet également d'accroître les rendements des cultures. Plusieurs études signalent les propriétés fertilisantes des extraits de plantes. Les extraits de *Moringa oleifera* et *Azadirachta indica* ont montré leur efficacité dans la lutte contre les nuisibles des cultures et dans la fertilisation du sol [14]. Par ailleurs, les travaux sur le compost ont montré que ceux-ci améliorent le rendement des cultures par rapport aux engrais chimiques [15]. L'objectif de cette étude est d'évaluer les propriétés biostimulatrices et assainissantes des extraits de deux plantes en vue d'améliorer la production de la tomate.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel biologique

Le matériel biologique est composé d'une part de deux variétés de tomate (F1 COBRA 26 et UC 82 B) et d'autre part des feuilles de *Tithonia diversifolia* et d'*Alchornea cordifolia*. Les semences de tomate ont été achetées à SEMIVOIRE.

2-2. Méthodes

2-2-1. Pépinière

La pépinière de tomate a été réalisée dans des plaques alvéolées de dimension 3 cm avec 128 poquets par alvéole. Le substrat de culture est constitué de sable additionné à la bouse de vache décomposée stérilisé à l'autoclave à 121 °C pendant 15 mn. Le semis a été effectué à raison de trois graines par poquet d'alvéole. Les alvéoles ont été déposés au laboratoire à une température ambiante jusqu'à la germination des graines, puis ils ont été déplacés en plein champ pour permettre aux plants de bénéficier de plus de lumière.

2-2-2. Préparation des extraits

Deux espèces de plantes, *T. diversifolia* et *A. cordifolia* ont été utilisé pour traiter le sol de culture de la tomate. Les feuilles fraîches de chaque plante ont été récoltées sur le site de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa puis séchées au laboratoire. Après séchage, les feuilles ont été moulues dans une machine broyeuse afin d'obtenir la poudre de chaque espèce. Pour la préparation des extraits aqueux, 15 g de poudre de *T. diversifolia* et *A. cordifolia* ont été pesée et mis dans des bocaux contenant 100 ml d'eau distillée. Le mélange a été mis en macération et conservé pour une durée de 24 h. Ensuite, les extraits aqueux ont été obtenus par pressage et filtrage à travers un papier filtre. L'extrait obtenu a été utilisé pour traiter les poquets de chaque plant de tomate. Les extraits poudreux et aqueux ont été utilisés pour faire 6 types de traitements avec un témoin non traité. Les traitements ont été effectués comme suit : Tp : *T. diversifolia* poudreux ; Ap, *A. cordifolia* poudreux ; Ta : *T. diversifolia* aqueux ; Aa : *A. cordifolia* aqueux ; TAp : *T. diversifolia* + *A cordifolia* poudreux ; TAa : *T. diversifolia* + *A cordifolia* aqueux ; T : témoin non traité

2-2-3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est en blocs de Fischer complètement randomisé avec trois blocs et sept traitements de deux formulations (aqueuse et poudreuse) sur deux variétés de tomate. Une parcelle de 166,6 m² a été défrichée et labourée deux mois avant la date de repiquage pour faciliter le drainage des eaux. Le labour a consisté à faire six sous-parcelles et 42 billons de dimension 2,54 m² soit (2,54 m x 1 m). La distance entre deux billons 0,4 m et entre deux sous-parcelles de 0,4 m. La bourse de vache a été utilisée pour fertiliser le sol de culture un mois avant repiquage. Les traitements du sol avec les extraits poudreux et aqueux ont été effectués une semaine avant le repiquage des plants de tomate à raison de 15 g par point de semis pour la formulation poudreuse et 15 g pour 100 mL pour la formulation aqueuse. Le repiquage a été réalisé avec des plants de tomate âgés de 30 jours en pépinière des deux variétés de tomate (UC et COBRA 26). Sur chaque planche deux lignes de semis ont été réalisées en raison de 60 cm entre les lignes et 30 cm sur la ligne, soit 14 plants par billon. Après le repiquage, un arrosage régulier (matin et soir) a été effectué chaque jour. Un désherbage manuel et un binage ont été régulièrement effectués pour maintenir une propriété sur les parcelles.

2-2-4. Observations et Mesures

Le taux de survie a été évalué par comptage des plants trois semaines après le repiquage. Les composantes du rendement déterminées ont été le nombre de fleurs, fruits, le poids des fruits et le rendement. Le taux de fruits présentant des pourritures a été également évalué.

2-2-5. Analyse statistique

Le traitement des données a été effectué à l'aide de deux logiciels : Excel pour le calcul des moyennes et la construction de graphes et STATISTICA version 7.1 pour l'analyse statistique des données. L'analyse a porté sur l'incidence des différentes maladies observées sur les plantes de tomate avant et après traitement avec les extraits de plante. Le Test ANOVA Factoriel a été utilisé pour déterminer l'effet des extraits de plante sur les paramètres mesurés.

3. Résultats

3-1. Taux de survie des deux variétés de tomate traitées avec *A. cordifolia* et *T. diversifolia*

Le taux de survie des plants de tomate a varié en fonction des variétés et les formulations. L'analyse factorielle du taux de survie a montré qu'il y a une différence significative ($P = 0,005$) entre les variétés de tomate. La variété COBRA 26 a présenté les meilleurs taux de survie (93,53 %) comparativement à la variété UC 82 (84,01 %). Les résultats révèlent également qu'il n'existe pas d'interaction significative ($P = 0,098$) entre les variétés de tomate et les formulations. L'analyse statistique à un facteur de classification de chaque variété de tomate a montré que les formulations ont influencé significativement le taux moyen de survie de la variété UC 82 ($P = 0,032$) contrairement à la variété COBRA 26 ($P = 0,209$) (**Tableau 1**). La formulation aqueuse de *A. cordifolia* et de la combinaison *T. diversifolia* et *A. cordifolia* ont obtenu les plus faibles taux de survie pour la variété UC 82. Les autres formulations ont enregistré des taux de suivies élevés et similaires au témoin (83,76 % à 91,90 %). Pour la variété COBRA 26 le taux de suivi a varié de de 83,33 % à 100.

Tableau 1 : Taux de survie des deux variétés de tomate quatre semaines après repiquage

Formulations	COBRA 26	UC
T0	92,86	85,71a
Ta	92,86	85,71a
Aa	95,24	59,52b
TAa	83,33	76,67ab
Tp	92,86	83,76a
Ap	97,62	90,48a
TAp	100,00	91,90a
P	0,209	0,032

T0 : Témoin ; Ta : *Tithonia aqueux* ; Aa : *Alchornea aqueux* ; TAa : *Tithonia + Alchornea aqueux* ; Tp : *Tithonia poudreux* ; Ap : *Alchornea poudreux* ; TAp : *Tithonia + Alchornea poudreux*. P : Probabilité ; Les moyennes suivies de la même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes pour $P = 0,05$

3-2. Paramètres de production des deux variétés de tomate traitées avec *A. cordifolia* et *T. diversifolia*

3-2-1. Paramètres de production en fonction des deux variétés de tomate

Les résultats obtenus montrent que les paramètres de rendements ont varié en fonction des variétés de tomate et des formulations. L'analyse statistique a montré des différences hautement significatives ($P < 0,0001$) entre les deux variétés de tomate pour le nombre de fleurs, de fruits et pour le poids des fruits. Une différence significative ($P < 0,05$) a été observée pour le rendement à l'hectare des deux variétés de tomate (**Tableau 2**). La variété Cobra a enregistré le plus grand nombre de fleurs (39,91 %), de fruits (40,12 %) et les poids (53,43 %) et rendements en fruits (3 745,36 kg/ha) les plus élevés. Quant à la variété UC 82, elle a enregistré les valeurs les plus faibles pour tous les paramètres observés.

Tableau 2 : Paramètres de rendements en fonction des variétés de tomate UC45 et Cobra 26

Variétés	Nombre de fleurs	Nombre de Fruits	Poids des fruits (g)	Rendement (kg/ha)
UC 82	17,45b	22,87b	40,45b	1169,43b
Cobra 26	39,91a	40,12a	53,43a	3745,36a
P	***	***	***	0,04

*** : Probabilité $< 0,0001$

3-2-2. Paramètres de production en fonction des formulations

Les paramètres de production observés au niveau des formulations ont également varié. L'analyse statistique révèle des différences hautement significatives pour le paramètre poids des fruits. Cependant, aucune différence n'a été observée pour les paramètres nombre de fleurs, et rendement (**Tableau 3**). Ainsi, pour le poids des fruits, deux groupes homogènes se dégagent. Le premier groupe est composé des formulations *T. diversifolia* poudreuses, *T. diversifolia* et *A. cordifolia*; aqueuses, qui ont présenté les poids moyens des fruits les plus élevés (54,78, 51,04 et 52,31 g respectivement). Le deuxième groupe comprend les formulations qui ont enregistré les poids moyens des fruits les plus faibles. Il s'agit des formulations poudreuses de *A. cordifolia* (45,5 g), les combinaisons de *T. diversifolia* et *A. cordifolia* poudreuses et aqueuses (45,55 et 43,77 g respectivement) et du témoin non traité (42,19 g).

Tableau 3 : Paramètres de rendements en fonctions des formulations

Formulations	Nombre de Fleurs	Nombre de Fruits	Poids des fruits (g)	Rendement
T0	31,21a	26,83a	42,19b	1609,83a
Ta	30,83a	34,28a	51,04a	3129,67a
Aa	24,21a	25,64a	52,31a	1452,92a
TAa	21,75a	29,57a	43,77b	1672,04a
Tp	31,21a	42,08a	54,78a	5937,96a
Ap	30,75a	29,44a	45,50b	1653,39a
TAp	30,83a	32,33a	45,55b	1680,09a
P	0,83	0,58	***	0,42

*T0 : Témoin ; Ta : Tithonia aqueux ; Aa : Alchornea aqueux ; TAa : Tithonia + Alchornea aqueux ; Tp : Tithonia poudreux ; Ap : Alchornea poudreux ; TAp : Tithonia + Alchornea poudreux. P : Probabilité ; Les moyennes suivies de la même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes pour $P = 0,05$; *** : $P < 0,0001$*

L'analyse des résultats montre que le poids moyen des fruits a varié pour chaque variété de tomate en fonction des formulations. Ainsi, pour la variété COBRA 26, quatre groupes morphologiques sont observés (**Tableau 4**). Le premier groupe qui a enregistré les poids des fruits les plus élevés est composé des formulations de *T. diversifolia* poudreuses (59,75 g) et *A. cordifolia* aqueuses (57,06 g). Le second groupe comprend les formulations de *T. diversifolia* aqueuses et *A. cordifolia* poudreuse qui ont obtenu les poids de fruits moyens de 55,22 et 54,30 g respectivement. Les combinaisons *T. diversifolia* et *A. cordifolia* ont enregistré des poids intermédiaires (49,25 et 50,9 g). Les plus petits fruits sont obtenus pour le témoin (47,59 g) qui constitue le dernier groupe. Pour la variété UC 82, trois groupes sont observés. Le premier groupe est constitué de la formulation poudreuse de *T. diversifolia*, des formulations aqueuses de *T. diversifolia* et *A. cordifolia* qui ont enregistré les plus gros fruits de 45,25 à 46,64 g. Le deuxième groupe comprend les combinaisons de *T. diversifolia* et *A. cordifolia* qui obtiennent des fruits de poids moyens (37,62 et 39,86 g). Le dernier groupe avec les plus petits fruits est représenté par la formulation poudreuse d'*A. cordifolia* (34,73 g) et le témoin (35,84 g).

Tableau 4 : Poids moyen des fruits de tomate des variétés COBRA 26 et UC 82 en fonction des formulations

Formulations	COBRA 26	UC 82
T0	47,59c	35,84b
Ta	54,30ab	45,94a
Aa	57,06a	45,26a
TAa	49,25bc	37,52ab
Tp	59,75a	46,64a
Ap	55,22ab	34,73b
TAp	50,09bc	39,86ab
P	0,0015	0,039

T0 : Témoin ; Ta : Tithonia aqueux ; Aa : Alchornea aqueux ; TAa : Tithonia + Alchornea aqueux ; Tp : Tithonia poudreux ; Ap : Alchornea poudreux ; TAp : Tithonia + Alchornea poudreux. P : Probabilité ; Les moyennes suivies de la même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes pour $P = 0,05$

3-3. Pertes de production des deux variétés de tomate traitées avec *A. cordifolia* et *T. diversifolia*

Les pertes de production observées sont essentiellement liées aux pourritures apicales et aux pourritures molles des fruits (**Figure 1**). Ces pourritures ont été observées pendant la formation des fruits jusqu'à maturité. Les deux types de pourritures ont été observés sur les fruits des plants traités et des témoins.

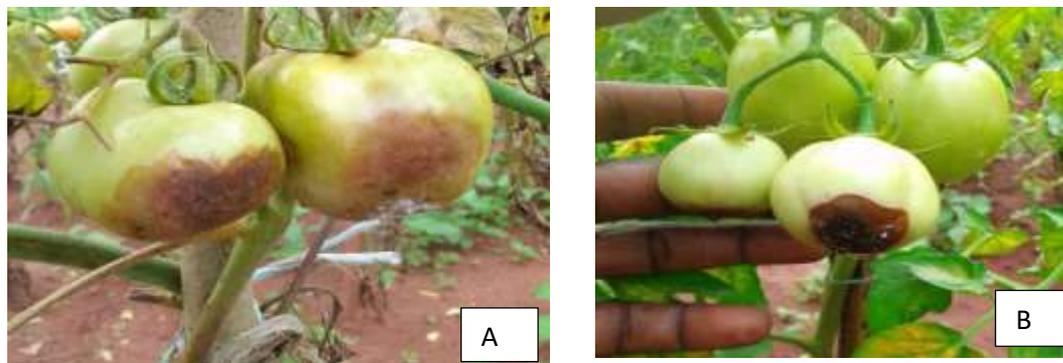


Figure 1 : Images des pourritures observées sur les fruits de tomates (A), Pourritures molles (B), Pourritures apicales

Le taux de fruits présentant les pourritures a varié en fonction des formulations et des variétés de tomate. Aussi, l'analyse factorielle a montré qu'il n'y a pas d'interaction entre variétés de tomate et formulation au niveau de ces deux types de pourritures ($P > 0,05$). L'analyse a aussi montré qu'il n'y avait pas de différence significative au niveau des deux variétés de tomate. Cependant, une différence a observé au niveau des formulations (**Tableau 5**). L'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA 1) a été utilisée pour comparer les paramètres de rendements en fonction des variétés et des formulations.

Tableau 5 : Tableau des probabilités de l'analyse factorielle en fonction des pourritures, des variétés de tomate et des formulations

Variables	Pourriture apicale	Pourriture molle
Variétés	0,245	0,494
Formulations	0,069	***
Interaction Variétés / Formulations	0,453	0,556

*** : Probabilité < 0,0001

3-3-1. Pertes de production en fonction des formulations

Les résultats montrent que la proportion des fruits présentant ces deux types de pourriture a varié en fonction des formulations et du type de pourriture. L'incidence des fruits présentant la pourriture molle a varié de 8,03 à 12,20 % pour les fruits traités contre 21,72 % pour le témoin. Pour les fruits présentant la pourriture apicale, l'incidence a varié de 9,22 à 13,38 % pour les fruits des plants traités contre 15,76 pour le témoin. L'analyse statistique révèle une différence hautement significative au niveau des symptômes de la pourriture molle ($P = 0,0$) contrairement à la pourriture apicale qui n'a pas présenté de différence significative ($P = 0,06$) (**Tableau 6**). Ainsi, la formulation poudreuse de *A. cordifolia* enregistre le taux de fruits présentant la pourriture molle le plus faible (8,03 %), suivi des formulations *A. cordifolia* et *T. diversifolia* aqueuses, *T. diversifolia* poudreuses et de la combinaison *A. cordifolia* et *T. diversifolia* aqueuse avec des valeurs respectives de 11,60 ; 11,31 ; 10,41 ; et 10,71 %. Des valeurs intermédiaires sont enregistrées pour la combinaison *A. cordifolia* et *T. diversifolia* poudreuse (12,20 %).

Tableau 6 : Incidence (%) des pourritures apicales et molles en fonction des formulations

Formulations	Pourriture molle	Pourriture apicale
T0	21,72a	15,76
Ta	11,31b	10,71
Aa	11,60b	9,22
TAA	10,71b	13,37
TP	10,41b	11,01
AP	8,03c	13,38
TAP	12,20ab	9,22
P	***	0,06

*T0 : Témoin ; Ta : Tithonia aqueux ; Aa : Alchornea aqueux ; TAA : Tithonia + Alchornea aqueux ; TP : Tithonia poudreux ; AP : Alchornea poudreux ; TAP : Tithonia + Alchornea poudreux. P : Probabilité ; Les moyennes suivies de la même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes pour $P = 0,05$; *** : Probabilité $< 0,0001$*

3-3-2. Pertes de production en fonction des variétés de tomate

La proportion de tomate présentant des pourritures molles et apicales a varié pour chaque variété de tomate en fonction des formulations (**Tableau 7**). Concernant la pourriture molle des fruits, une différence significative ($P < 0,05$) a été observée au niveau de l'incidence des pourritures des deux variétés de tomate. D'une manière générale, toutes les formulations ont enregistré les taux de fruits pourris les plus faibles par rapport aux témoins. Cependant la formulation poudreuse d'*A cordifolia* a enregistré le plus faible taux de pourriture pour les deux variétés de tomate. Pour la variété UC 82, deux groupes se distinguent : le témoin (22,019) avec des taux de pourritures élevés et les traitements avec des taux plus faibles (8,925 à 14,28 %). Pour la variété COBRA 26, quatre groupes morphologiques sont observés. Pour les pourritures apicales, les formulations ont également influencé les taux de fruits pourris (**Tableau 8**). Aussi, une différence significative a été observée pour la variété COBRA 26 ($P = 0,037$), tandis que pour la variété UC 45 aucune différence n'a été observé ($P = 0,74$). Au niveau de la variété COBRA 26, quatre groupes sont observés.

Tableau 7 : Incidence (%) des pourritures molles des variétés COBRA 26 et UC 82 en fonction des formulations

Formulations	COBRA 26	UC 82
T0	21,421a	22,019a
Ta	12,495b	10,115b
Aa	8,925bc	14,280b
TAA	11,900bc	9,520b
TP	9,520bc	11,305b
AP	7,140c	8,925b
TAP	11,900bc	12,495b
P	***	0,003

*T0 : Témoin ; Ta : Tithonia aqueux ; Aa : Alchornea aqueux ; TAA : Tithonia + Alchornea aqueux ; TP : Tithonia poudreux ; AP : Alchornea poudreux ; TAP : Tithonia + Alchornea poudreux. P : Probabilité ; Les moyennes suivies de la même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes pour $P = 0,05$; *** : Probabilité $< 0,0001$*

Tableau 8 : Incidence (%) des pourritures apicales des variétés COBRA 26 et UC 82 en fonction des formulations

Formulations	COBRA 26	UC 82
T0	18,446a	13,090
Ta	12,495bc	8,925
Aa	7,140c	11,305
TAa	15,435b	11,305
Tp	10,115bc	11,900
Ap	14,281b	12,495
TAp	10,115bc	8,330
P	0,037	0,740

T0 : Témoin ; Ta : *Tithonia aqueux* ; Aa : *Alchornea aqueux* ; TAa : *Tithonia + Alchornea aqueux* ; Tp : *Tithonia poudreux* ; Ap : *Alchornea poudreux* ; TAp : *Tithonia + Alchornea poudreux*. P : Probabilité ; Les moyennes suivies de la même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes pour $P = 0,05$

4. Discussion

Cette étude a montré que les extraits aqueux et poudreux de *T. diversifolia* et de *A. cordifolia* utilisés pour traiter le sol de culture, peuvent améliorer les rendements des deux variétés de tomate. Les résultats ont montré que les extraits utilisés influencent le taux de survie des plantules, les paramètres de productions et les pertes liées aux pourritures des fruits de ces deux variétés de tomate. Ces paramètres ont varié en fonction des variétés de tomate et des formulations. Ces résultats montrent que *T. diversifolia* et de *A. cordifolia* possèdent des propriétés fertilisantes par l'augmentation des paramètres de rendements et pesticides par la diminution des pourritures. De nombreuses plantes ont été testées pour leurs effets bénéfiques sur la croissance et le rendement des cultures. Ainsi, l'utilisation du biochar et des feuilles de *T. diversifolia* [16] a amélioré les propriétés physico-chimiques du sol et le rendement en grains de maïs en République Démocratique du Congo. Les extraits des plantes telles que *Spirulina platensis*, *Jatropha curcas* [17], *Alchornea cordifolia*, *Tithonia diversifolia* et *Mezoneuron benthamianum* [18] ont également montré une amélioration des paramètres de croissance et du développement de la tomate. Par ailleurs, l'évaluation des extraits de *Ricinus communis*, *Chromoleana odorata* et *Sesamum indicum* [19] a montré un effet nématocide sur les nématodes à galles de la tomate.

4-1. Effets des extraits d'*A. cordifolia* et *T. diversifolia* sur le taux de survie

Le taux de survie ou de reprise des plantules a varié en fonction des variétés de tomate et des formulations, cependant, il reste relativement élevé pour tous les traitements. Ce résultat montre que les traitements effectués ont influencé la reprise des plants ou que la vigueur des plants utilisés a favorisé leur reprise. En effet, les travaux sur le chou pommé, l'épinard et de l'oignon ont montré que les taux de reprise des plants après repiquage de ces cultures étaient similaires sur des sols fertilisés et non fertilisés [20]. Cette reprise des plantules ne dépend pas des éléments minéraux contenus dans le sol, mais plutôt de la vigueur des plants. Ces résultats pourraient également s'expliquer par une inhibition de l'action des pathogènes du sol qui causent la fonte de semis des plantules. En effet, les extraits de plantes contiennent des composés phénoliques [21] qui sont actifs contre les pathogènes. Aussi, les études effectuées sur la tomate [22] ont montré que l'âge du repiquage des plants de tomate issus de la pépinière influence le taux de mortalité. Ces

travaux ont montré aussi que plants les plants âgés de 21 à 25 jours résistent mieux aux attaques de *Pythium* sp. responsable de la mort des jeunes plants. Ce champignon est un pathogène qui vit dans le sol ou sur les débris végétaux. L'infection des semences et des plantules entraîne la mortalité des plants. Au cours de nos travaux, les plants de tomate âgés de 30 jours en pépinière ont été utilisés pour le repiquage. Cela justifierait donc le bon niveau de levée des plantules. Les résultats montrent également que la variété COBRA a un bon niveau de levée par rapport à la variété UC 82.

4-2. Effet des extraits d'*A. cordifolia* et *T. diversifolia* sur les paramètres de rendements

L'application sur le sol de culture des extraits aqueux et poudreux de *T. diversifolia* et de *A. cordifolia* seul en combinaison a significativement amélioré les paramètres de production des deux variétés de tomate. Le nombre de fruits, de fleurs, le poids des fruits et le rendement à l'hectare observé ont varié en fonction des variétés de tomate. Ces résultats pourraient s'expliquer par les performances agronomiques des variétés utilisées ou par l'adaptation des variétés aux facteurs de l'environnement. En effet, l'évaluation agronomique de quinze lignées de tomate en Côte d'Ivoire [23] a montré que certains paramètres dépendaient des caractères intrinsèques de chaque lignée. Selon ces auteurs, des conditions pédoclimatiques particulières permettraient à ces lignées de développer au maximum leurs potentialités de croissance. La variabilité observée au niveau de ces deux variétés résulterait donc de la différence dans leur capacité d'adaptation au milieu. Au niveau des traitements effectués, les résultats ont montré que le nombre de fruits, de fleurs et rendement ne diffèrent pas d'un traitement à l'autre contrairement aux poids des fruits qui ont varié. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les extraits de plantes utilisés n'étaient pas décomposés pour être disponibles à la plante. Ces résultats pourraient indiquer également que les quantités d'extraits étaient insuffisantes ou les quantités utilisées étaient trop élevées et donc toxiques pour la plante. Des travaux effectués sur le compost au Maroc ont montré que l'incorporation du compost au substrat de culture permet d'améliorer les propriétés du sol de culture et les rendements en tomates [24]. Le compost améliore le complexe humique, la structure du sol, l'aération et la minéralisation des éléments fertilisants. Ces éléments nutritifs affectent le rendement et la qualité de production. Au niveau du poids des fruits, toutes les formulations ont donné des fruits plus lourds par rapport au témoin sauf la variété UC 82 qui a enregistré des fruits moins lourds lorsqu'elle a été traitée avec la formulation poudreuse de *A. cordifolia*. Pour la variété Cobra, les poids des fruits ont varié de 49,25 à 57,06 g contre 47,59 g pour le témoin. Quant à la variété UC 82, les poids moyens ont varié de 34,73 à 45,94 g pour les traitements contre 35,84 g pour le témoin. Ces résultats montrent que les différentes formulations ont amélioré les paramètres observés. Ces extraits sont à la fois des antimicrobiens et des biofertilisants permettant d'enrichir le sol en éléments minéraux ce qui justifierait l'amélioration du poids des fruits de tomates observée. Les études effectuées au Cameroun ont montré que l'utilisation de résidus de *Mucuna* et *Tithonia* [25] améliorerait la fertilité du sol et la production de la tomate. Ces mêmes observations ont été enregistrées sur la culture du maïs avec les feuilles de *Tithonia diversifolia* [26].

4-3. Effet des extraits d'*A. cordifolia* et *T. diversifolia* sur les pertes de rendements

Les résultats de cette étude ont permis de montrer la présence de symptômes sur les fruits. Il s'agit des pourritures apicales et des pourritures molles. La pourriture apicale se présente sous forme des taches irrégulières à l'extrémité du fruit. Ces symptômes varient en tailles et en couleur. Dans les premiers stades, elles sont d'une couleur vert clair, puis deviennent brunes et noir au fur à mesure que le fruit mûrit. L'incidence des symptômes a varié de 7,14 à 12,49 % pour les plants de la variété de tomate COBRA 26 traités contre 21,42 % pour le témoin. Quant à la variété UC 82, l'incidence de la pourriture apicale a varié de 8,92 à 12,49 % pour les plants traités contre 22,01 % pour le témoin. Ces résultats montrent que la sensibilité des deux variétés de tomate à la pourriture apicale est similaire. Ce symptôme est dû à une carence ou une mauvaise absorption du calcium [27]. Selon ces auteurs, un déficit hydrique peut entraîner une mauvaise absorption du calcium qui n'arrive pas aux fruits à cause du manque d'eau. L'utilisation des extraits de plantes

aurait donc amélioré le système racinaire des plantes de tomate et favoriser une bonne alimentation en eau du sol. Les extraits de compost utilisés pour le traitement des plants de tomate en Tunisie ont montré une réduction de l'incidence de la fusariose des racines et du collet des plants de la tomate causé par *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. [28]. Le système racinaire des plants traités se développe normalement et aucun brunissement ou pourriture n'a été observé. La pourriture molle est causée par *Erwinia carotovora* [29]. La bactérie infecte les fruits par les blessures, la pourriture progresse à l'intérieur finit par envahir le fruit. Le fruit entier se remplit d'une masse visqueuse, gorgée d'eau et molle protégée par un mince épiderme extérieur. Lorsque l'épiderme se rompt, le tissu du fruit s'effondre, sèche et forme une masse ratatinée et ridée. Toutes les formulations ont significativement réduit l'incidence des symptômes de la pourriture molle sur les deux variétés de tomate par rapport au témoin. L'incidence a varié de 7,14 à 14,49 % pour les traitements contre 21,42 et 22,019 % respectivement pour les témoins des variétés COBRA 26 et UC 82. La formulation poudreuse de *A. cordifolia* a enregistré les plus faibles incidences de pourriture molles (7,14 %). Concernant la pourriture apicale, l'incidence des symptômes a été également faible pour les traitements par rapport aux témoins. Ces résultats montrent que les traitements effectués ont influencé l'activité des pathogènes du sol notamment celle de la bactérie *Erwinia* qui est responsable de la pourriture molle des fruits et de la tige. L'activité inhibitrice des extraits de plantes sur les pathogènes du sol a été démontré par de nombreux auteurs. Ainsi les extraits d'*Acacia gummifera*, *Ceratonia siliqua*, *Ononis natrix*, *Tagetes patula* et *Peganum harmala* ont un effet nématocide contre *Meloidogyne* sp. nématode à galles de la tomate [30].

Par ailleurs, l'évaluation *in vitro* d'*Azadirachta indica* et d'*Allium sativum* [31] a montré une inhibition de la croissance mycélienne et de la sporulation du champignon sur *Fusarium oxysporum*, agent pathogène du flétrissement de la tomate. Nos résultats montrent que l'utilisation des extraits sous forme de poudre a l'avantage de protéger les plants de tomate, mais également d'apporter des éléments minéraux au sol. Cela s'observe par l'amélioration des différents paramètres de rendements des plants de tomates traitées. En effet l'amendement de la poudre et la pulvérisation foliaire de l'extrait aqueux de *Spirulina platensis* et *Jatropha curcas* ont augmenté la taille, le diamètre de la tige, la biomasse des parties aériennes, le nombre des fruits par plante ainsi que la biomasse des fruits de la tomate au Cameroun [17]. Ces traitements ont aussi entraîné une réduction du taux d'avortement des fleurs chez les plantes traitées. L'augmentation des paramètres de productions et la baisse des pourritures observées au cours de nos travaux montrent que ces plantes qui sont disponibles localement peuvent être utilisées pour protéger les cultures. En effet *T. diversifolia* est une plante envahissante qu'on retrouve partout dans la région de Daloa. Quant à *A. cordifolia*, elle est présente dans les jachères sur toute l'étendue du territoire ivoirien. Aussi de nombreux travaux ont montré les bénéfices liés à l'utilisation des extraits de plantes en protection des cultures [32]. Ces auteurs ont montré que les insecticides botaniques étaient sensiblement différents dans les niveaux de contrôle des ravageurs et dans le rapport coût/bénéfice, mais certains sont comparables à ceux de l'utilisation d'insecticides conventionnels tout en étant plus efficaces. Par ailleurs, en plus des bénéfices économiques, les pesticides botaniques sont bénéfiques au niveau écologique [33] car moins nocifs aux organismes non cibles.

5. Conclusion

Cette étude a été effectuée afin de rechercher une alternative à la lutte chimique disponible et facilement réalisable par les producteurs. L'expérience réalisée a consisté à tester l'efficacité des extraits d'*Alchornea cordifolia* et de *Tithonia diversifolia* sur deux variétés de tomate (UC 82 et COBRA 26). Les résultats ont montré une amélioration des paramètres de rendements des deux variétés de tomate. Le nombre de fleurs, de fruits, le poids des fruits et le rendement/ha ont été significativement élevés pour la variété COBRA 26 par rapport à la variété UC 82. Au niveau des formulations, les extraits aqueux et poudreux de *Tithonia diversifolia* et d'*A. cordifolia*, ont augmenté de façon significative le poids des fruits par rapport aux autres paramètres. Par ailleurs, les pertes de productions observées sont essentiellement dues aux pourritures molles et apicales des fruits. Ces pourritures ont également varié en fonctions des formulations. Des taux des pourritures molles (8,08 à 12,20 %) et apicales (9,22 à 13,38 %) ont été significativement faibles pour les traitements comparativement aux témoins (21,72 à 15,76). Les résultats de cette étude ont montré la capacité des extraits de ces plantes à être utilisés pour booster quantitativement et qualitativement la production de la tomate.

Références

- [1] - P. MOUSTIER et J. PAGES, « Le périurbain en Afrique : une agriculture en marge ? », *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, N°32 (1997) 87 - 96
- [2] - S. NAIKA, J. V. JEUDE, M. GOFFAU, M. HILMI, B. VAN DAM et A. FLORIJN « La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation », Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, *Agrodok* 17, pays Bas, (2005) 105 p.
- [3] - E. A. PAZOU YEHOUENOU, A. SOTON, D. AZOCLI, H. ACAKPO, M. BOCO, L. FOURN, D. HOUINSA, J.-C. KEKE et B. FAYOMI, « Contamination du sol, de l'eau et des produits maraîchers par des substances toxiques et des métaux lourds sur le site de Houéyihou (Cotonou) en République du Bénin », *International Journal of Biological and Chemical Science*, 4(6) (2010) 2160 - 2168
- [4] - A. H. DJIDJI, G. P. ZOHOURI, L. FONDIO, J. C. N'ZI et N. C. KOUAME, « Effet de l'abri sur le comportement de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en saison pluvieuse dans le sud de la Côte d'Ivoire », *Journal of Applied Biosciences*, 25 (2010) 1557 - 1564
- [5] - FAOSTAT, « Record historique de la production mondiale de Tomate », www.hortitecnnews.com, consulté le 28 septembre 2021 (2021)
- [6] - C. DANIEL, A. ALPHONSE, B. JACQUES, E. ROMARIC, G. ULRICH et J. ELVIS, « Inventaire préliminaire de l'entomofaune des champs de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la Commune de Djakotomey au Bénin », *International Journal of Biological and Chemical Science*, 6(4) (2012) 1798 - 1804
- [7] - S. IGNACE, K. MOUMOUNI, D. CONSTANTIN, P. LAMO USSA, B. VALÉRIE, H. ADAMA, G. CHARLEMAGNE, P. ELOI et H. ROGER, « Etude de l'influence des modes de transformation sur les teneurs en lycopène de quatre variétés de tomates de la région du nord du Burkina Faso » *International Journal of Biological and Chemical Science*, 9(1) (2015) 362 - 370
- [8] - J. WILLCOX, G. CATIGNANI and S. LAZARUS, « Tomatoes and cardiovascular health », *Critical Review in food Science and Nutrition*, 43(1) (2003) 1 - 18
- [9] - A. SAÏDOU, S. F. BACHABI, G. E. PADONOU, O. D. BIAOU, I. BALOGOUN et D. KOSSOU, « Effet de l'apport d'engrais organiques sur les propriétés chimiques d'un sol ferrallitique et la production de laitue au Sud Bénin », *Revue CAMES-Série A.*, 13(2) (2012) 281 - 285
- [10] - M. KANDA, G. DJANEYE-BOUNDJOU, K. WALA, K. GNANDI, K. BATAWILA, A. SANNI et K. AKPAGANA, « Application des pesticides en agriculture maraîchère au Togo », *VertigO*, 13(1) (2013) 4 - 8

- [11] - L. K. AGBOYI, G. K. KETOH, T. MARTIN, I. A. GLITHO and M. TAMO, « Pesticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) populations from Togo and Benin », *International Journal of Tropical Insect Science*, 36(4) (2016) 204 - 210
- [12] - P. ANJARWALLA, S. BELMAIN, P. SOLA, R. JAMNADASS et P. C. STEVENSON, Guide des plantes pesticides. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya, (2016) 63 p
- [13] - B. W. AMOABENG, G. M. GURR, C. W. GITAU et P. C. STEVENSON, « Cost: benefit analysis of botanical insecticide use in cabbage: implications for smallholder farmers in developing countries », *Crop Protection*, 57 (2014) 71 - 76
- [14] - C. NGOSONG, P. M. MFOMBEP, C. A. NJUME and A. S. TENING, « Comparative advantage of *Mucuna* and *Tithonia* residue mulches for improving tropical soil fertility and tomato productivity », *International Journal of Plant Soil Science*, 12(3) (2016) 1 - 13
- [15] - T. OUTENDE, « Evaluation des caractéristiques chimiques et agronomiques de cinq composts de déchets et étude de leurs effets sur les propriétés chimiques du sol, la physiologie et le rendement du maïs (*Zea mays* L. Var. Ikenne) et de la tomate (*Lycopersicon esculentum* L. Var. Tropimech) sous deux régimes hydriques au Togo », Thèse de doctorat : Université de Lomé, Université de Limoges, (2016) 195 p.
- [16] - B. L. NYAMI, C. K. SUDI et J. LEJOLY, « Effet du biochar et des feuilles de *Tithonia diversifolia* combiné à l'engrais minéral sur la culture du maïs (*Zea mays* L.) et les propriétés d'un sol ferrallitique à Kinshasa (RDC) », *Biotechnologie Agronomie, Société et Environnement*, 20(1) (2016) 57 - 67
- [17] - J. AGHOFACK-NGUEMEZI, A. S. PASSANNET and V. TATCHAGO « Effets des extraits ou de la poudre de *Spirulina platensis* et *Jatropha curcas* sur la croissance et le développement de la tomate », *Journal of Applied Biosciences*, 90 (2015) 8413 - 8420
- [18] - N. M. YAH, A. M. H. KOFFI, D. S. AKAFFOU, N. A. ZADJEI et T. H. ATTA DIALLO, « Effect of *Tithonia diversifolia*, *Alchornea cordifolia*, and *Mezoneuron benthamianum* on Tomato (*Lycopersicon esculentum*) à Daloa (Côte d'Ivoire) ». *Journal of Experimental Agriculture International*, 43 (8) (2021) 81 - 91
- [19] - N. M. YAH, A. M. H. KOFFI, N. B. C. KOFFI, S. A. OUATTARA et T. H. ATTA DIALLO, « Effects of *Ricinus communis*, *Chromolaena odorata* and *Sesamum indicum* on the growth of Tomato Plants and in Control of Root-knot Nematodes in Daloa (Côte d'Ivoire). *International Journal of Agriculture and Biosciences* », 10(3) (2021) 186 - 190
- [20] - A. E. OJETAYO, J. O. OLANIYI, W. B. AKANBI and T. I. OLABIYI, « Effect of fertilizer types on nutritional of two cabbage varieties before and after storage », *Journal of Applied Biosciences*, 48 (2011) 3322 - 3330
- [21] - C. KANKO, « Contribution à l'étude phytochimique de plantes médicinales et aromatiques de Côte d'Ivoire. Activités analgésique et antiinflammatoire de stérols isolés de l'écorce de *Parkiabiglobosa* (Mimosacée) ». Thèse de doctorat en Sciences Physiques. Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), (2010) 187 p
- [22] - S. SORO, M. DOUMBOUYA, D. KONE et Y. J. KOUADIO, « Potentiel infectieux des sols de cultures de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sous abri et incidence de l'âge de repiquage sur la vigueur des plants vis-à-vis de *Pythium* sp. à Songon Dabou en Côte d'Ivoire », *Tropicicultura*, 26(3) (2008) 173 - 178
- [23] - N. D. COULIBALY, L. FONDIO, M. F. D. P. N'GBESSO et B. DOUMBIA, « Evaluation des performances agronomiques de quinze nouvelles lignées de tomate en station au centre de la Côte d'Ivoire », *International. Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(3) (2019) 1565 - 1581
- [24] - C. A. AMOATEY and E. ACQUAH, « Basil (*Ocimum basilicum*) intercrop as a pest management tool in okra cultivation in the Accra plains », *Ghana Journal of Horticulture*, 8(2010) 65 - 70
- [25] - B. MOURIA, A. OUAZZANI-TOUHAMI et A. DOUIRA, « Valorisation agronomique du compost et de ses extraits sur la culture de la tomate », *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 16 (2010) 165 - 190

- [26] - F. KAHO, M. YEMEFACK, P. FEUJIO-TEGUEFOUET et J. C. TCHANTCHAOUANG, « Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun », *Tropicultura*, 29(1) (2011) 39 - 45
- [27] - C. VILLENEUVE et K. FORTIER-BRUNELLE, Fiche technique Solanaceae. Pourriture apicale du poivron et de la tomate de champs. Réseau des Avertissement Phytosanitaires (RAP) (2021) 1 - 4, https://www.agrireseau.net/documents/Document_105189.pdf
- [28] - K. HIBAR, M. DAAMI-REMADI, H. JABNOUN-KHIAREDDINE, I. EL. ZNAÏDI et M. EL MAHJOUR, « Effet des extraits de compost sur la croissance mycélienne et l'agressivité du *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* », *Biotechnologie Agronomie, Société et Environnement*, 10 (2) (2006) 101 - 108
- [29] - R. SAMSON, F. POUTIER, M. SAILLYS et B. JOUAN, « Caractérisation des *Erwinia chrysanthemi* isolées de *Solanum tuberosum* et d'autres plantes-hôtes selon les biovars et sérogroupe », *Bulletin OEPP/EPP Bulletin*, 17 (1987) 11 - 16
- [30] - N. EL ALLAGUI, S. TAHROUCH, M. BOURIJATE & A. HATIMI, « Action de différents extraits végétaux sur la mortalité des nématodes à galles du genre *Meloidogyne* ssp. », *Acta Botanica Gallica*, 154 (4) (2007) 503 - 509
- [31] - N. A. OGECHI and P. S. MARLEY, « *in-vitro* assay of some plant extracts against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* causal agent of tomato wilt », *Journal of plant protection research*, 46 (3) (2006) 215 - 220
- [32] - B. W. AMOABENG, G. M. GURR, C. W. GITAU AND P. C. STEVENSON, « Cost:benefit analysis of botanical insecticide use in cabbage: Implications for smallholder farmers in developing countries », *Crop Protection*, 57 (2014) 71 - 76
- [33] - L. GARCIA, « Ecological and Economic Benefits and Risks of Using Botanical Insecticides in Tanzanian Farms », *Independent Study Project (ISP) Collection 3372*, (2020) 1 - 26, https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/3372