International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)
ISSN: 2509-0119.
© 2026 Scholar AI LLC.
https://ijpsat.org/
Vol. 59 No. 2 October 2026, pp. 894-928

Effet De Différentes Doses D'un Biopesticide A Base De Tithonia Diversifolia Sur La Protection Phytosanitaire, Le Rendement Et La Rentabilité De La Tomate (Solanum Lycopersicum L.) A Mvuazi, Kongo Central, République Démocratique Du Congo

[Effect Of Different Doses Of A Tithonia Diversifolia – Based Biopesticide On Phytosanitary Protection, Yield And Profitability Of Tomato (Solanum Lycopersicum L.) In Mvuazi, Kongo Central, Democratic Republic Of Congo]

LUNZITISA MUAKA Bon don[1], MPANDA MAKAMBUA Athos[2], LUMINUKU ZU Joe[3], KHENGE PHAKA Madeleine[4]

[1] Institut Supérieur d'Études Agronomiques de Mvuazi,
[2] Institut Supérieur d'Études Agronomiques de Mvuazi,
[3] Institut Supérieur d'Études Agronomiques de Mvuazi ;
[4] Institut Supérieur Pédagogique de Boma.

Auteur Correspondant : LUNZITISA MUAKA Bon don

(cc) BY

Résumé : La production de tomate (Solanum lycopersicum L.) est confrontée à d'importantes contraintes phytosanitaires qui conduisent fréquemment à l'utilisation de pesticides de synthèse. La présente étude avait pour objectif (d'évaluer l'efficacité de différentes doses d'un biopesticide à base de Tithonia diversifolia dans la protection phytosanitaire de la tomate, ainsi que leurs effets sur le rendement et la rentabilité de la culture à Mvuazi, Kongo Central, République Démocratique du Congo). L'expérimentation a été conduite du 10 février au 5 mai 2026 selon un dispositif en blocs complets randomisés comprenant six traitements et cinq répétitions : témoin sans traitement (To), traitement chimique (T1) et quatre doses de Tithonia diversifolia, soit 7,5 ; 10 ; 12,5 et 15 L/ha (T2 à T5). Les paramètres de croissance, l'incidence et la sévérité des maladies et ravageurs, le rendement et les indicateurs économiques ont été évalués. L'aire sous la courbe de progression (AUDPC) a été utilisée pour synthétiser l'évolution de l'incidence et de la sévérité. Les traitements n'ont pas significativement influencé la hauteur et le diamètre des plants, mais certaines doses ont amélioré le nombre de feuilles. L'effet phytosanitaire a été plus marqué contre les ravageurs. L'AUDPC de leur incidence est passée de 4319 à 1820. Le rendement maximal, soit 56833 kg/ha, a été obtenu avec 15L/ha, contre 22 833 kg/ha avec le traitement chimique et 5667 kg/ha chez le témoin. La rentabilité a atteint 219,23% à 15L/ha. Ces résultats montrent que Tithonia diversifolia, particulièrement à 15L/ha, constitue une alternative prometteuse pour la gestion des bio agresseurs et l'amélioration de la production de tomate à Mvuazi.

Mots – clés : Tithonia diversifolia ; biopesticide ; tomate ; ravageurs ; maladies ; AUDPC ; rendement ; rentabilité.

International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)
ISSN: 2509-0119.
© 2026 Scholar AI LLC.
https://ijpsat.org/
Vol. 59 No. 2 October 2026, pp. 894-928

Abstract: Tomato (Solanum lycopersicum L.) production is constrained by important phytosanitary problems that frequently lead farmers to rely on syntheti pesticides. This study aimed to assess the effects of different doses of a Tithonia diversifolia – based biopesticide on tomato growth, pest and disease protection, yield and profitability under the conditions of Mvuazi, Kongo Central, Democratic Republic of Congo. The experiment was conducted from 10 February to 5 May 2026 using a randomized complete block design with six treatements and five replications : untreated control (To), chemical pesticide treatement (T1), and four doses of Tithonia diversifolia, namely 7.5, 10, 12.5 and 15 Lha^{-1}(T2 – T5). Plant growth, disease and pest incidence and severity, yield and economic parameters were assessed. The area under the disease progress curve (AUDPC) was used to summarize the temporal development of incidence and severity. Treatements did not significantly affect plant height or stem diameter, although some doses improved leaf production. The phytosanitary effect was more pronounced against pests. Pest incidence AUDPC decreased from 2468.9 in the untreated control to 1078.7 at 15 Lha^{-1}, whereas pest severity AUDPC decreased from 4319 to 1820. The highest yield, 56,833 kg ha^{-1}, was obtained at 15 Lha^{-1}, compared with 22,833 kg ha^{-1} under chemical pesticide treatement and 5,667 kg ha^{-1} in the untreated control Economic profitability reached 219.23% at 15 Lha^{-1}. These findings indicate that Tithonia diversifolia, particularly at 15 Lha^{-1}, is a promising alternative for managing tomato pests and diseases and improving tomato production under Mvuazi conditions.

Keywords : Tithonia diversifolia ; biopesticide ; tomato ; pests ; diseases ; AUDPC ; yield ; profitability.

1. INTRODUCTION

La tomate (*Solanum lycopersicum L.)* est l'une des cultures maraichères les plus importantes dans de nombreuses régions tropicales. Sa production présente un intérêt alimentaire et économique majeur, mais demeure confrontée à plusieurs contraintes agronomiques, parmi lesquelles les attaques de ravageurs et de maladies occupent une place importante. Ces bio agresseurs peuvent affecter les organes végétatifs et reproducteurs, réduire la qualité marchande des fruits et entrainer des pertes de rendement. Dans les systèmes de production maraichère, l'utilisation des pesticides chimiques constitue encore l'une des principales stratégies de protection des cultures. Toutefois, la dépendance excessive à ces produits soulève des préoccupations relatives à la santé humaine, à l'environnement, aux organismes non ciblés et au développement de résistance chez certains ravageurs. Dans ce contexte, la recherche de méthodes de protection plus accessibles et compatibles avec les principes de la gestion intégrée des bio agresseurs constitue un enjeu important pour une agriculture durable **(*FAO, 2024*).**

Les biopesticides d'origine végétale présentent un intérêt particulier dans les régions où certaines plantes à propriétés insecticides sont disponibles localement. Parmi ces ressources, Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray est une plante largement présente dans les régions tropicales. Sa biomasse contient différents composés secondaires susceptibles d'expliquer des propriétés biologiques utiles en agriculture. Une revue consacrée à l'activité pesticidaire de *Tithonia diversifolia* souligne cependant que l'efficacité des extraits dépend fortement du matériel végétal, de la préparation et des composés actifs, et que des recherches supplémentaires restent nécessaires pour standardiser leur utilisation. Des travaux expérimentaux soutiennent néanmoins l'intérêt agronomique de cette plante. Au Malawi, Kayane et al. Ont évalué plusieurs plantes à potentiel pesticidaire contre les ravageurs de la tomate. *Tithonia diversifolia* a obtenu le rendement le plus élevé parmi les biopesticides testés et a contribué à réduire les dégâts sur les fruits, même si les différences de rendement total entre traitements n'étaient pas statistiquement significatives. Cette observation est intéressante pour la présente étude puisqu'elle montre que l'efficacité phytosanitaire d'un biopesticide ne se traduit pas nécessairement par une augmentation proportionnelle du rendement dans toutes les conditions expérimentales **(Kato-Noguchi, 2020).**

À Mvuazi, dans le territoire de Mbanza – Ngungu, la production maraichère constitue une activité agricole importante. Cependant, les producteurs sont confrontés à la pression des bio agresseurs et au coût des intrants phytosanitaires. L'identification de solutions utilisant des ressources végétales disponibles localement pourrait donc contribuer à réduire la dépendance aux pesticides de synthèse tout en améliorant la rentabilité des exploitations. C'est dans cette perspective que la présente étude a été conduite afin **(d'évaluer l'efficacité de différentes doses d'un biopesticide à base de *Tithonia diversifolia* dans la protection phytosanitaire de la tomate, ainsi que leurs effets sur le rendement et la rentabilité de la culture à Mvuazi)**

L'hypothèse générale était que les différentes doses du biopesticide influenceraient significativement la pression des bioagresseurs ainsi que les performances productives de la tomate , et qu'il existerait une dose optimale permettant d'obtenir le meilleur compromis entre l'efficacité de la protection phytosanitaire , le rendement et la rentabilité de la culture.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Milieu d'étude

L'expérimentation a été réalisée à la station de recherche de l'INERA Mvuazi, située dans la province du Kongo Central, territoire de Mbanza – Ngungu, secteur de Boko, groupement de Nkolo, en République Démocratique du Congo. Le site expérimental est localisé à proximité de la rivière Mvuazi, aux coordonnées géographiques de 5°26'36,63'' de latitude Sud et 14°52'45,16'' de longitude Est, à une altitude d'environ 470 m. il appartient à la plaine alluviale de Nkolo, intégrée au bassin hydrographique de la rivière Kwilu. Le climat de Mvuazi est de type AW4 selon la classification de koppen. La pluviométrie annuelle moyenne est de 1200 mm, pluviométrie cumulée de 722 mm répartie sur 34 jours de pluie a été enregistrée. La température moyenne était de 26,12 °C, tandis que l'humidité relative moyenne atteignait 71,94%**(INERA Mvuazi, 2024).** Ces données climatiques sont importantes dans l'interprétation des résultats phytosanitaires, puisque la température, l'humidité et les précipitations peuvent modifier le développement des plantes ainsi que la dynamique des maladies et des ravageurs.

2.2. Caractéristiques du sol

Avant l'installation de l'essai, des échantillons de sol ont été prélevés dans la couche arable et soumis à une analyse physicochimique. Les paramètres déterminés étaient notamment le pH, l'azote total, le phosphore assimilable et le potassium échangeable. Le sol présentait un pH de 6,59, une teneur en azote total de 0,479%, un phosphore assimilable de 8,91 mg/kg et un potassium échangeable de 0,06 cmol(+)/kg. Selon les interprétations retenues dans le travail initial **(FAO, 2017)**, le sol disposait d'une réserve importante en azote, tandis que le phosphore et surtout le potassium étaient relativement faibles. Cette caractérisation a permis de disposer d'un état initial du sol avant l'installation de la culture et de tenir compte de la fertilité du site dans l'interprétation des performances agronomiques.

2.3. Matériel biologique et autres matériels

Le matériel végétal était constitué de plants de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Le matériel utilisé pour la préparation du biopesticide était constitué principalement de feuilles fraiches de *Tithonia diversifolia*, récoltées localement. Les principaux équipements utilisés comprenaient notamment une machette, des houes, des piquets et ficelles pour la délimitation des parcelles, des arrosoirs, des tuteurs, un pulvérisateur à dos d'homme, une latte graduée, un pied à coulisse, une balance, un mortier, un passoir, des récipients de fermentation et des fiches de collecte.

2.4. Dispositif expérimental

L'essai a été conduit selon un dispositif en blocs complets randomisés (BCR). La méthodologie détaillée du document indique cinq répétitions, chaque bloc comprenant les six traitements étudiés. La superficie totale de l'essai était de 112 m^2. Les parcelles étaient séparées par 0,40 m et les blocs par 0,50 m. chaque parcelle expérimentale avait une superficie de 2,4 m^2. Les plants ont été repiqués à un écartement de 40 cm x 40 cm. Chaque parcelle comportait 24 plants, tandis que cinq plants utiles étaient sélectionnés pour les mesures des paramètres de croissance. Les observations phytosanitaires et les mesures de rendement portaient sur l'ensemble de la parcelle selon le paramètre considéré. La randomisation des traitements dans les différents blocs visait à réduire l'influence éventuelle de l'hétérogénéité spatiale du terrain.

International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)
ISSN: 2509-0119.
© 2026 Scholar AI LLC.
https://ijpsat.org/
Vol. 59 No. 2 October 2026, pp. 894-928

2.5. Traitements expérimentaux

Six traitements ont été comparés :

Tableau 1. Les six traitements utilisés

Code	Traitement	Dose
T0	Témoin sans application	0 L/ha
T1	Pesticides chimiques DUDU + IVORY80	Selon la recommandation
T2	T. diversifolia	7,5 l/ha
T3	T. diversifolia	10 l/ha
T4	T. diversifolia	12,5 l/ha
T5	T. diversifolia	15 l/ha

Les doses de *T. diversifolia* ont été choisies autour de la plage de 10 à 12,5 l/ha rapportée comme recommandation technique du RECA. Les doses de 7,5 et 15 L/ha ont respectivement été utilisées comme niveaux inférieur et supérieur afin d'étudier une éventuelle réponse à l'augmentation de la dose. Pour les parcelles traitées au biopesticide, les quantités correspondant aux différentes doses étaient respectivement de 0,9 ; 1,2. 1,5 et 1,8 ml pour 0,5 l d'eau par parcelle.

2.6. Conduite de l'expérimentation

L'essai a été conduit du 10 février au 5 mai 2026. Les principales opérations ont compris la préparation du germoir, la production des plantules, la préparation du terrain, le repiquage, l'entretien de la culture, l'application des traitements, la récolte et la collecte des données.

Les semences ont d'abord été installées dans un germoir préparé à cet effet. Les plantules ont été régulièrement arrosées et entretenues jusqu'à leur stade approprié pour le repiquage. Le terrain expérimental a ensuite été défriché, labouré, délimité et subdivisé en blocs et parcelles. Le repiquage a été réalisé suivant l'écartement de 40 cm x 40 cm. Les opérations d'entretien ont ensuite été réalisées conformément au protocole expérimental.

2.7. Préparation du biopesticide à base de *Tithonia diversifolia*

Le biopesticide a été préparé à partir de feuilles fraiches de T. diversifolia selon une méthode de macération fermentée. Pour chaque préparation, 10 kg de feuilles fraiches étaient récoltés puis broyés jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène. Cette pâte était mélangée à 5 L d'eau et laissée en fermentation pendant 24 heures. Après cette période, le mélange était filtré afin d'obtenir l'extrait liquide. Avant l'application, 20 mL de savon liquide étaient ajoutés à l'extrait comme agent adhésif afin d'améliorer l'adhérence du produit sur les organes végétaux et de limiter son lessivage. Le biopesticide était ensuite conservé dans un récipient fermé jusqu'à son utilisation. Cette précision méthodologique est importante pour la reproductibilité de l'expérience, car la concentration de la matière végétale, le temps de macération et la présence d'un adjuvant peuvent influencer l'efficacité d'un extrait botanique.

2.8. Paramètres étudiés

2.8.1. Paramètres de croissance

Les paramètres végétatifs ont été mesurés sur cinq plants utiles par parcelle aux 14^{e}, 28^{e} et 42^{e} jours après repiquage (JAR). Les variables étaient :

- Le nombre de feuilles, déterminé par comptage ;

- La hauteur des plants, mesurée avec une latte graduée ;
- Le diamètre au collet, mesuré à l'aide d'un pied à coulisse.

2.8.2. Paramètres phytosanitaires

Les observations phytosanitaires ont porté sur l'ensemble des plants de chaque parcelle.
Quatre variables principales ont été considérées :

- Incidence des maladies ;
- Sévérité des maladies ;
- Incidence des ravageurs ;
- Sévérité des ravageurs.

Les observations ont permis de suivre l'évolution des bios agresseurs au cours du cycle cultural et de comparer la progression des attaques entre les traitements.

2.8.3. Rendement

La production de fruits a été déterminée sur les parcelles expérimentales puis convertie en kg/ha afin de permettre la comparaison entre les traitements.

2.8.4. Paramètres économiques

L'évaluation économique a porté sur :

- Le coût total de production ;
- La recette brute ;
- La marge bénéficiaire ;
- Le taux de rentabilité.

2.9. Évaluation de l'incidence, de la sévérité et de l'AUDPC

L'étude a utilisé l'incidence et la sévérité comme indicateurs de la pression exercée par les maladies et les ravageurs. Afin de tenir compte de l'évolution des attaques dans le temps, les observations successives ont été synthétisées par l'aire sous la courbe de progression (AUDPC, Area Under the Disease Progress Curve).

L'utilisation de l'AUDPC permet de ne pas limiter l'évaluation à une seule date d'observation et de considérer simultanément l'intensité et la durée de la pression phytosanitaire.

2.10. Analyse statistique

Les données ont d'abord été saisies dans Microsoft Excel 2010, puis analysées avec Statistix 10 et SPSS. L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour évaluer l'effet des **différents** traitements sur les variables mesurées. Lorsque des différences étaient détectées entre les traitements, les moyennes étaient comparées au seuil de probabilité de 5% à l'aide du test de la plus petite différence significative (PPDS).

3. RÉSULTATS

3.1. Effet des traitements sur la croissance végétative

3.1.1. Nombre de feuilles

Le nombre de feuilles a été évalué aux 14^{e}, 28^{e} et 42^{e} jours après repiquage (JAR). Les traitements ont influencé différemment ce paramètre selon le stade de développement de la plante.

International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)
ISSN: 2509-0119.
© 2026 Scholar AI LLC.
https://ijpsat.org/
Vol. 59 No. 2 October 2026, pp. 894-928

Tableau 2. Effet des traitements sur le nombre moyen de feuilles

Traitement	14 JAR	28 JAR
T0 – Sans application	5,60 B	9,76 A
T1 – Pesticides chimiques	5,60 B	9,16 A
T2 – 7,5 L/ha	5,40 B	10,44
T3 – 10 L/ha	6,40 A	9,04 B
T4 – 12,5 L/ha	5,80 AB	9,52 A
T5 – 15 L/ha	5,60 B	8,80 B
Moyenne générale	**5,73**	**9,45**
CV (%)	10,51	10,98
PPDS 5%	0,7952	1,3692

Les moyennes suivies d'une même lettre ne différent pas significativement au seuil de 5% selon la PPDS. Au 14e JAR, le nombre moyen de feuilles le plus élevé a été enregistré avec 10 L/ha (T3 : 6,40 feuilles). Au 28e JAR, la meilleure valeur a été obtenue avec 7,5 L/ha (T2 : 10,44 feuilles). Cette tendance s'est maintenue au 42e JAR, où T2 a enregistré 21,92 feuilles, valeur significativement supérieure au témoin et à la dose de 15 L/ha. Ainsi, la dose de 7,5 L/ha a présenté la meilleure performance en termes de développement foliaire aux stades intermédiaire et avancé.

3.1.2. Hauteur des plants

Les différentes doses de Tithonia diversifolia n'ont pas entrainé de différence statistiquement significative sur la hauteur des plants aux trois dates d'observation.

Tableau 3. Hauteur moyenne des plants de tomate

Traitement	14 JAR (cm)	28 JAR (cm)
T0	23,72 A	46,36 A
T1	23,88 A	42,60 A
T2	23,68 A	43,80 A
T3	25,76 A	39,12 A
T4	24,28 A	44,16 A
T5	23,68 A	40,52 A
Moyenne générale	**24,17**	**42,76**
CV (%)	10,85	17,39

Toutes les moyennes appartiennent au même groupe statistique aux trois dates, indiquant l'absence d'effet significatif des traitements sur la hauteur. Bien que T3 ait présenté numériquement la hauteur la plus importante au 14e et au 42e JAR, ces différences ne sont pas statistiquement significatives.

International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)
ISSN: 2509-0119.
© 2026 Scholar AI LLC.
https://ijpsat.org/
Vol. 59 No. 2 October 2026, pp. 894-928

3.1.3. Diamètre au collet

Les traitements n'ont pas non plus produit de différences significatives sur le diamètre au collet.

Tableau 4. Diamètre moyen au collet des plants

Traitement	14 JAR (mm)	28 JAR (mm)
T0	3,00 A	4,92 A
T1	2,92 A	4,72 A
T2	3,04 A	4,96 A
T3	3,36 A	5,08 A
T4	3,16 A	4,60 A
T5	3,16 A	4,68 A
Moyenne générale	**3,11**	**4,83**
CV (%)	13,34	10,04

Les différences observées entre les moyennes ne sont pas statistiquement significatives.

3.2. Diversité des maladies et des ravageurs observés

Au cours de l'expérimentation, plusieurs catégories de bio agresseurs ont été observées. Les maladies identifiées sur la base des symptômes comprenaient notamment le mildiou, l'oïdium, la pourriture du collet, la fusariose et le flétrissement bactérien.

Concernant les ravageurs, les observations ont fait ressortir notamment le criquet, la mouche blanche, la sauterelle verte, les thrips, la mineuse rouge, l'araignée orbiculaire, *Spilarctia sp*. Et l'araignée rouge. Ces organismes appartenaient principalement à des groupes phytophages broyeurs, suceurs, mineurs ou suceurs – lécheurs.

3.3. Effet des traitements sur l'incidence et la sévérité des maladies

3.3.1. AUDPC de l'incidence des maladies

L'AUDPC de l'incidence des maladies a varié de 1853,6 à 3753,4.

Tableau 5. AUDPC de l'incidence des maladies

Traitement	AUDPC	Niveau
T0 – Sans application	3753,4	Élevé
T1 – Pesticides chimiques	2826,6	Modéré
T2 – 7,5 L/ha	2923,2	Modéré
T3 – 10 L/ha	2500,4	Modéré
T4 – 12,5 L/ha	2067,1	Modéré
T5 – 15 L/ha	1853,6	Modéré

International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)
ISSN: 2509-0119.
© 2026 Scholar AI LLC.
https://ijpsat.org/
Vol. 59 No. 2 October 2026, pp. 894-928

Le témoin a présenté la valeur d'AUDPC la plus élevée (3753,4), correspondant à une progression élevée. À l'inverse, la dose de 15 L/ha a présenté la valeur la plus faible (1853,6). Une diminution globale de l'AUDPC est donc observée lorsque la dose de biopesticide augmente.

3.3.2. AUDPC de la sévérité des maladies

L'AUDPC de la sévérité des maladies a varié entre 3619 et 4406,5.

Tableau 6. AUDPC de la sévérité des maladies

Traitement	AUDPC de la sévérité	Niveau
T0	4406,5	Élevée
T1	3969,0	Élevée
T2	3969,0	Élevée
T3	4144,0	Élevée
T4	3794,0	Élevée
T5	3619 ;0	Élevée

La dose de 15 L/ha a présenté l'AUDPC la plus faible, mais toutes les modalités sont restées dans la classe de progression élevée. Les résultats montrent donc que l'effet du biopesticide a été plus net sur l'incidence que sur la sévérité des maladies.

3.4. Effet des traitements sur les ravageurs

3.4.1. AUDPC de l'incidence ravageurs

L'effet du biopesticide a été plus marqué sur les ravageurs que sur les maladies.

Tableau 6. AUDPC de l'incidence des ravageurs

Traitement	AUDPC	Niveau
T0 – Sans application	2468,90	Modéré
T1 – Pesticides chimiques	1777,65	Modéré
T2 – 7,5 L/ha	1535,45	Faible
T3 – 10 L/ha	1348,20	Faible
T4 – 12,5 L/ha	1350,65	Faible
T5 – 15 L/ha	1078,70	Faible

L'AUDPC diminue avec l'augmentation des doses de Tithonia diversifolia. La valeur la plus faible a été enregistrée à 15 L/ha (1078,7), tandis que le témoin présentait la valeur la plus élevée (2468,9).

3.4.1. AUDPC de la sévérité des ravageurs

L'effet des traitements a également été observé sur la sévérité des attaques de ravageurs.

Tableau 7. AUDPC de la sévérité des ravageurs

Traitement	AUDPC	Niveau
T0 – Sans application	4319,0	Élevée
T1 – Pesticides chimiques	3444,0	Élevée
T2 – 7,5 L/ha	3881,5	Élevée
T3 – 10 L/ha	3398,5	Élevée
T4 – 12,5 L/ha	2565,5	Modéré
T5 – 15 L/ha	1820,0	Modéré

Le témoin a enregistré la pression la plus importante (4319). L'augmentation de la dose de biopesticide a été accompagnée d'une diminution de l'AUDPC, avec une réduction particulièrement importante à 12,5 et 15 L/ha, qui sont les seules modalités classées dans la catégorie de progression modérée.

3.5. Effet des traitements sur la production et le rendement

Les traitements ont significativement influencé la production et le rendement de la tomate.

Tableau 8. Production et rendement de la tomate

Traitement	Production (kg/ha)
T0 – Sans application	1,360 E
T1 – Pesticides chimiques	5,480 D
T2 – 7,5 L/ha	7,620 C
T3 – 10 L/ha	9,660 B
T4 – 12,5 L/ha	11,160 B
T5 – 15 L/ha	13,640 A
Moyenne générale	**8,153**
CV (%)	16,74
PPDS 5%	1,801

Le rendement a augmenté progressivement avec les doses de Tithonia diversifolia. Le rendement maximal a été obtenu à 15 L/ha (56833 kg/ha), suivi de 12,5 L/ha (40250 kg/ha) et 7,5 L/ha (31750 kg/ha). Le témoin n'a produit que 5667 kg/ha, tandis que le traitement chimique a donné 22833 kg/ha.

3.6. Rentabilité économique

L'analyse économique montre que l'utilisation du biopesticide a amélioré les performances économiques de la culture. Selon les résultats du travail, le traitement sans application était non rentable, tandis que toutes les doses de Tithonia diversifolia étaient rentables. La meilleure performance économique a été enregistrée avec 15 L/ha, avec un taux de rentabilité de 219,23%.

4. DISCUSSION

4.1. Effet du biopesticide à base de Tithonia diversifolia sur la croissance végétative

Les résultats de la présente étude montrent que les différentes doses du biopesticide à base de Tithonia diversifolia n'ont pas entrainé de différences statistiquement significatives sur la hauteur et le diamètre au collet des plants de tomate. En revanche, des différences ont été observées pour le nombre de feuilles, notamment aux 28^{e} et 42^{e} jours après repiquage, avec une performance particulièrement intéressante de la dose de 7,5 L/ha.

L'absence d'effet significatif sur la hauteur et le diamètre indique que l'application foliaire du biopesticide n'a perturbé le développement morphologique des plants. Cette observation est cohérente avec les résultats obtenus par Kayange et al. (2022) au Malawi : les auteurs n'ont pas observé de différence significative de hauteur et de développement du couvert entre les plants de tomate traités avec des plantes pesticidaires et ceux recevant le pesticide conventionnel. Ils concluent notamment que les traitements botaniques évalués n'avaient pas d'effet négatif apparent sur la croissance de la tomate.

Dans notre expérimentation, la réponse du nombre de feuilles apparait cependant plus sensible que celle de la hauteur ou du diamètre. Cette différence peut être liée à l'action indirecte des extraits végétaux sur la plante. En effet, la biomasse de *Tithonia diversifolia* est connue pour contenir des composés et des éléments minéraux susceptibles d'avoir des effets agronomiques lorsqu'elle est utilisée dans les systèmes de culture. Il faut toutefois rester prudent : dans le présent essai, le biopesticide a été appliqué par voie foliaire et l'étude ne permet pas de démontrer que l'augmentation du nombre de feuilles résulte directement d'un apport nutritif.

La meilleure production foliaire obtenue avec 7,5 L/ha ne s'est d'ailleurs pas maintenue lorsque la dose a été augmentée jusqu'à 15 L/ha. Cette observation est importante : l'augmentation de la dose n'entraine donc pas nécessairement une augmentation proportionnelle de tous les paramètres de croissance. Les travaux sur les plantes pesticidaires soulignent également que l'efficacité dépend de la dose, de la formulation, de la méthode d'extraction et du mode d'application.

Ainsi, l'absence de différence significative sur la hauteur et le diamètre, combinée à l'amélioration du nombre de feuilles à certaines doses, suggère que le biopesticide de Tithonia diversifolia peut être utilisé sans effet phytotoxique évident sur la croissance végétative dans les conditions de Mvuazi.

4.2. Effet sur les maladies

Les résultats montrent une diminution progressive de l'AUDPC de l'incidence des maladies lorsque la dose de Tithonia diversifolia augmente. L'AUDPC est passée de 3753,4 chez le témoin à 1853,6 avec 15 L/ha, soit une réduction d'environ 50,6%. Cette diminution suggère une capacité du traitement à limiter la progression des maladies au cours du cycle cultural. L'effet est toutefois moins marqué lorsqu'on considère la sévérité : l'AUDPC est passée de 4406,5 chez le témoin à 3619 à 15 L/ha. Toutes les modalités sont néanmoins restées dans la classe de progression élevée.

Cette différence entre incidence et sévérité est particulièrement intéressante. Elle signifie que le traitement semble avoir davantage limité le développement de nouveaux cas ou la fréquence des plantes atteintes que la gravité des symptomes sur les plantes déjà infectées. Il serait donc excessif d'affirmer que le biopesticide a assuré un contrôle complet des maladies. Des résultats obtenus sur la tomate contre Ralstnia solanacearum apportent néanmoins un argument en faveur d'un potentiel phytosanitaire de Tithonia diversifolia. Opondo et al. (2023) ont montré que des extraits éthanoliques de Tithonia diversifolia réduisaient la sévérité du flétrissement bactérien chez la tomate dans des essais en serre. La sévérité observée avec l'extrait éthanolique était toutefois supérieure à celle du traitement de référence au métham – sodium.

Cette comparaison permet d'interpréter nos résultats avec davantage de prudence. D'une part, elle confirme le potentiel phytosanitaire de Tithonia diversifolia ; d'autre part, elle montre que l'efficacité dépend fortement du type d'extrait et du pathogène ciblé. Notre étude a utilisé une préparation aqueuse issue de feuilles fraiches et a porté sur un ensemble de maladies observées au champ. Les résultats ne peuvent donc pas être assimilés directement à ceux obtenus avec un extrait étha olique ciblant spécifiquement R. solanacearum. Une autre étude menée en Côte d'ivoire a montré que différentes formulations de

Tithonia diversifolia pouvaient réduire l'incidence de certaines pourritures des fruits de tomate et améliorer certains paramètres de production. Les auteurs ont ainsi mis en évidence des propriétés à la fois bio stimulatrices et biopesticides des formulations étudiées.

La réduction observée à Mvuazi pourrait donc résulter de plusieurs mécanismes biologiques, notamment des effets répulsifs, insecticides ou antimicrobiens de certains composés secondaires présents dans la plante. Toutefois, notre expérimentation n'ayant pas identifié ni dosé les molécules responsables, ces mécanismes doivent être considérés comme des explications possibles et non comme des mécanismes démontrés par l'étude.

4.3. Effet sur les ravageurs

L'effet du biopesticide a été beaucoup plus net sur les ravageurs que sur les maladies. L'AUDPC de l'incidence des ravageurs a diminué de 2468,9 chez le témoin à 1078,7 avec 15 L/ha, tandis que l'AUDPC de leur sévérité est passée de 4319 à 1820. Cette tendance indique une relation globalement négative entre la dose appliquée et la pression des ravageurs. Les doses de 12,5 et 15 L/ha ont notamment permis de faire passer la progression de la sévérité de la catégorie élevée à la catégorie modérée.

Ces résultats concordent avec ceux de Kayange et al. (2022), qui ont observé au Malawi une diminution des populations d'acariens rouges et de pucerons sur tomate avec Tithonia diversifolia. Parmi les plantes pesticidaires étudiées, Tithonia diversifolia figurait parmi les traitements présentant les plus faibles niveaux des ravageurs.

La concordance entre les deux études est particulièrement intéressante malgré leurs différences méthodologiques. Au Malawi, les auteurs ont évalué directement les populations de ravageurs, alors que notre étude a utilisé l'AUDPC de l'incidence et de la sévérité. Dans les deux cas, les résultats indiquent cependant une réduction de la pression des ravageurs sous l'effet de Tithonia diversifolia.

L'efficacité supérieure observée contre les ravageurs pourrait être liée à la présence de composés secondaires capables d'agir par contact, répulsion, effet antiappétant ou perturbant du développement. Néanmoins, la présente étude ne permet pas de distinguer ces mécanismes. Il serait donc intéressant, dans des travaux ultérieurs, d'identifier séparément les espèces de ravageurs et d'évaluer leur mortalité, leur répulsion et leur comportement alimentaire après traitement.

Un autre facteur à considérer est la méthode de préparation. Les extraits botaniques ne présentent pas nécessairement la même efficacité selon le solvant, la concentration, le temps d'extraction et la méthode d'application. Les résultats de Kayange et al, 2022 montrent d'ailleurs que l'efficacité des plantes pesticidaires varie selon les ravageurs et les conditions expérimentales.

4.4. Relation entre la protection phytosanitaire et le rendement

L'un des résultats les plus importants de cette étude est l'augmentation progressive du rendement avec les doses de Tithonia diversifolia. Le rendement est passé de 5667 kg/ha chez le témoin à 31750 kg/ha à 7,5 L/ha, 40250 kg/ha à 10 L/ha, 46500 kg/ha à 12,5 L/ha et 56833 kg/ha à 15 L/ha. Le traitement chimique a produit 22833 kg/ha.

L'augmentation du rendement parallèlement à la réduction de la pression des ravageurs suggère que la protection phytosanitaire a contribué aux performances productives des plants. Lorsque la pression des ravageurs diminue, les feuilles et les organes reproducteurs sont susceptibles de subir moins de dommages, ce qui peut favoriser la formation et la conservation des fruits.

Les résultats de Kayange et al. (2022) présentent une tendance comparable, bien que moins prononcée : au Malawi, Tithonia diversifolia a donné un rendement total de 36289 kg/ha, supérieur au témoin non traité (21590 kg/ha) et constituant le rendement le plus élevé parmi les biopesticides testés. Toutefois, le pesticide conventionnel a donné le rendement total le plus élevé dans cette étude (38320 kg/ha), et les différences de rendement total n'étaient pas statistiquement significatives.

Cette différence avec Mvuazi montre l'importance des conditions locales. À Mvuazi, le rendement obtenu avec 15 L/ha est nettement supérieur à celui du traitement chimique. Il ne serait cependant pas prudent d'attribuer toute cette différence au seul effet insecticide du biopesticide. Les conditions climatiques, la fertilité du sol, la pression initiale des bio agresseurs, la variété de tomate et la formulation du produit peuvent également intervenir.

Une étude ivoirienne a également montré que des formulations de Tithonia diversifolia influençaient certains paramètres de production et réduisaient l'incidence de pourritures des fruits.

Ainsi, nos résultats renforcent l'hypothèse selon laquelle Tithonia diversifolia peut constituer une ressource intéressante pour améliorer la production de tomate, mais ils ne permettent pas encore de conclure à une supériorité générale du biopesticide sur les pesticides chimiques dans toutes les conditions.

4.5. Effet sur la rentabilité économique

L'analyse économique constitue un résultat particulièrement intéressant pour les producteurs. Le témoin a présenté un taux de rentabilité négatif (- 34,95%), tandis que le traitement chimique n'a atteint que 25,58%. À l'inverse, les traitements à base de Tithonia diversifolia ont présenté des taux de rentabilité supérieurs à 100%, allant de 109,55% à 7,5 L/ha à 219,23% à 15 L/ha.

La meilleure performance économique obtenue à 15 L/ha s'explique principalement par la combinaison de deux facteurs : une augmentation importante du rendement et un coût relativement limité de l'intrant végétal. La marge bénéficiaire atteint ainsi 42933 USD/ha. Ce résultat est particulièrement intéressant dans le contexte d'une agriculture où le coût des intrants phytosanitaires peut constituer une contrainte pour les producteurs. L'utilisation d'une plante disponible localement pourrait contribuer à réduire la dépendance aux produits commerciaux. Toutefois, une réserve doit être apportée à cette analyse : la rentabilité calculée repose sur les prix et coûts enregistrés pendant l'expérimentation. Elle pourrait donc varier selon le prix de vente de la tomate, la disponibilité de Tithonia diversifolia, la main – d'œuvre nécessaire à la récolte et à la préparation des feuilles, ainsi que le coût du matériel.

4.6. Portée et limites de l'étude

Les résultats obtenus sont prometteurs, mais certaines limites doivent être reconnues. Premièrement, l'étude a été réalisée sur un seul site et pendant une seule campagne agricole. Les performances observées à Mvuazi doivent donc être confirmées dans d'autres environnements du Kongo Central et au cours de plusieurs saisons. Deuxièmement, les maladies et ravageurs ont été évalués globalement. Une identification plus précise des espèces permettrait de déterminer quels bio agresseurs sont réellement les plus sensibles au traitement. Troisièmement, la préparation utilisée était un extrait aqueux de feuilles fraiches. La concentration réelle des composés bioactifs n'a pas été déterminée. Des études ultérieures pourraient comparer différentes méthodes d'extraction et différentes fréquences d'application.

Enfin, une analyse de dose – réponse plus complète, comprenant par exemple des doses inférieures et supérieures à 15 L/ha, permettrait de déterminer si l'augmentation du rendement observée se poursuit, atteint un plateau ou diminue à forte dose.

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

5.7. Conclusion

La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'efficacité de différentes doses d'un biopesticide à base de *Tithonia diversifolia* dans la protection phytosanitaire de la tomate, ainsi que leurs effets sur le rendement et la rentabilité de la culture à Mvuazi, Kongo Central, République Démocratique du Congo.

Les résultats obtenus montrent que l'application du biopesticide n'a pas significativement modifié la hauteur des plants ni leur diamètre au collet. En revanche, certaines doses, notamment 7,5 L/ha, ont favorisé la production foliaire à certains stades de développement. Ces résultats indiquent que l'utilisation de *Tithonia diversifolia* dans les conditions expérimentales étudiées n'a pas provoqué d'effet phytotoxique évident sur la croissance végétative.

Sur le plan phytosanitaire, l'effet du biopesticide a été particulièrement marqué sur les ravageurs. L'augmentation de la dose de *Tithonia diversifolia* s'est accompagnée d'une diminution de l'AUDPC de l'incidence et de la sévérité des attaques. La dose de 15 L/ha a enregistré les valeurs les plus faibles, avec une AUDPC de l'incidence des ravageurs de 1078,7, contre 2468,9 pour le témoin, tandis que l'AUDPC de leur sévérité est passée de 4319 à 1820.

L'effet sur les maladies a également été favorable, mais de manière moins prononcée. L'AUDPC de leur incidence est passée de 3753,4 chez le témoin à 1853,6 à 15 L/ha. Toutefois, la sévérité des maladies est demeurée relativement élevée dans l'ensemble des traitements. Le biopesticide semble donc avoir davantage limité la fréquence et la progression des attaques que leur gravité une fois les symptômes établis.

Les performances productives ont été fortement améliorées par les traitements à base de Tithonia diversifolia. Le rendement est passé de 5667 kg/ha chez le témoin à 56833 kg/ha avec 15 L/ha, tandis que le traitement chimique n'a produit que 22833 kg/ha. Une tendance croissante du rendement avec les doses de *Tithonia diversifolia* a ainsi été observée dans la gamme étudiée.

Sur le plan économique, les traitements à base de *Tithonia diversifolia* se sont également montrés intéressants. La meilleure rentabilité a été enregistrée à 15 L/ha, avec un taux de 219,23%. Cette performance résulte principalement de la combinaison d'une réduction de la pression des bio agresseurs et d'une augmentation importante du rendement.

Ainsi, dans les conditions de cette expérimentation, la dose de 15 L/ha constitue la dose la plus performante parmi celles évaluées, particulièrement en matière de réduction de la pression des ravageurs, de rendement et de rentabilité. Cependant, il serait prématuré de la considérer comme une dose optimale universelle, puisque des doses supérieures n'ont pas été testées et que l'expérimentation n'a été conduite que dans un site et au cours d'une campagne.

Globalement, les résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle *Tithonia diversifolia* peut constituer une ressource végétale locale prometteuse pour la protection intégrée de la tomate, notamment comme alternative ou complément aux pesticides conventionnels. Cette approche pourrait contribuer à réduire la dépendance aux produits phytosanitaires de synthèse et à favoriser une production maraichère plus durable dans le contexte de Mvuazi et, potentiellement, dans d'autres zones maraichères du Kongo Central.

5.2. Recommandations

5.2.1. Aux producteurs maraichers

Il est recommandé aux producteurs :

- D'envisager l'utilisation de préparations à base de *Tithonia diversifolia* comme outil complémentaire de gestion des ravageurs de la tomate ;
- De privilégier, dans les conditions comparables à celles de l'étude, la dose de 15 L/ha, tout en considérant celle – ci comme la meilleure dose parmi les modalités testées et non comme une recommandation universelle ;
- D'éviter de considérer le biopesticide comme un remplacement systématique de toutes les autres méthodes de protection ;
- D'intégrer son utilisation à d'autres pratiques de gestion intégrée : assainissement des parcelles, élimination des organes fortement attaqués, rotation des cultures, surveillance régulière et utilisation raisonnée des pesticides lorsque cela est nécessaire ;
- De privilégier des applications précoces, avant que les populations de ravageurs ou les symptômes des maladies n'atteignent des niveaux importants.

5.2.2. Aux chercheurs

Il est recommandé :

- De répéter l'expérimentation pendant plusieurs campagnes agricoles afin de vérifier la stabilité des résultats ;
- De conduire des essais dans plusieurs sites du Kongo Central, notamment dans différentes zones maraichères du territoire de Mbanza – Ngungu ;
- D'étudier davantage de doses, notamment inférieures et supérieures à 15 L/ha, afin de déterminer la véritable relation dose – réponse ;
- D'identifier précisément les espèces de ravageurs et de pathogènes affectant la tomate afin de déterminer les organismes les plus sensibles au traitement ;

- De comparer différentes méthodes de préparation de Tithonia diversifolia : macération aqueuse, fermentation, décoction et autres formulations ;
- D'étudier la fréquence optimale d'application et la durée de protection après traitement.

5.2.3. Aux institutions de recherche et services d'encadrement agricole

Les institutions compétentes pourraient :

- Promouvoir les recherches sur les plantes locales à potentiel biopesticide ;
- Développer des protocoles simples et standardisés de préparation de Tithonia diversifolia ;
- Former les producteurs aux conditions de récolte, de préparation, de conservation et d'application des extraits végétaux ;
- Réaliser des essais participatifs avec les producteurs afin de vérifier la faisabilité technique et économique de cette technologie à l'échelle des exploitations ;
- Accompagner la vulgarisation des biopesticides végétaux dans le cadre d'une stratégie globale de réduction des risques liés à l'utilisation excessive des pesticides chimiques pesticides.

5.3. Perspective générale

La valorisation de *Tithonia diversifolia* présente un double intérêt : phytosanitaire et économique. Dans le contexte de Mvuazi, son utilisation pourrait contribuer à valoriser une ressource végétale disponible localement tout en offrant aux producteurs une solution supplémentaire pour réduire la pression des ravageurs.

Toutefois, la généralisation des résultats nécessite des expérimentations complémentaires. La priorité devrait être donnée à la standardisation de la formulation, à la détermination de la dose et de la fréquence d'application, ainsi qu'à l'évaluation de l'efficacité sur les principaux ravageurs et maladies de la tomate. En définitive, *Tithonia diversifolia* apparait comme une piste prometteuse pour une protection phytosanitaire plus durable de la tomate à Mvuazi, mais son intégration dans les pratiques agricoles devrait se faire dans le cadre d'une gestion intégrée des bio agresseurs et sur la base de recommandations validées par plusieurs campagnes et plusieurs sites.

Références

[1]. Abdul-Rahman, A. S., Yakubu, H., & Ibrahim, M. (2019). *Efficacy of botanical pesticides derived from Tithonia diversifolia against insect pests and fungal pathogens in vegetable crops*. Journal of Plant Protection Sciences, 11(3), 145–153.

[2]. Amoah, E. K., Mensah, R. A., & Boateng, K. (2020). *Effects of botanical biopesticides on growth parameters of tomato (Solanum lycopersicum L.) under field conditions*. Journal of Sustainable Crop Production, 14(3), 98–106.

[3]. Badu, E. A., Asare-Bediako, E., & Obeng, O. F. (2018). *Dose-dependent effects of plant extracts on pest and disease management in tomato production*. International Journal of Agricultural Sustainability, 14(2), 88–96.

[4]. Biondi, A., Guedes, R. N. C., Wan, F. H., & Desneux, N. (2021). *Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, Tuta absoluta*. Journal of Pest Science, 94, 801–822.

[5]. Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The Nature and Properties of Soils (15th ed.)*. Pearson Education, New York, USA.

[6]. Campbell, C. L., & Madden, L. V. (1990). *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. New York: Wiley-Interscience.

[7]. Chirwa, R. M., Phiri, S., & Banda, J. (2021). *Performance of botanical pesticides in the control of tomato pests and diseases under field conditions*. African Journal of Crop Protection, 19(1), 25–34.

[8]. Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A. G., (2022). *Biological invasion of Tuta absoluta: Current knowledge and future prospects*. Annual Review of Entomology, 67, 239–258.

[9]. FAO (2024). Documents et données relatives à la production agricole, à la sécurité alimentaire et à la protection durable des cultures.

[10]. Isman, M. B. (2020). *Botanical insecticides in the twenty-first century—fulfilling their promise*? Annual Review of Entomology, 65, 233–249.

[11]. Kayenge, (2022), La variation des effets de biopesticidaires sur les ravageurs. p.17, 18-19.

[12]. Mkindi, A. G., Tembo, Y., Mbega, E. R., (2021). Travaux relatifs à l'efficacité des plantes pesticidaires et aux facteurs influençant l'activité biologique des extraits végétaux.

[13]. Pretty, J. et Bharucha, Z.P. (2015). *Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa*. Insects, 6, 152 – 182.

[14]. Tembo, Y., Mkindi, A. G., Mkenda, P. A., (2022). *Extraction methods and application rates influence the efficacy of pesticidal plants against crop pests*. Crop Protection, 157, 105967.

[15]. Traoré, S. B., Coulibaly, K., & Sanogo, A. (2019). *Botanical pesticides and their effects on growth and yield components of tomato*. International Journal of Plant Science and Agriculture, 14(1), 33–41.

[16]. WHO (2020). Documents relatifs aux risques sanitaires associés à l'utilisation des pesticides.

[17]. World Bank (2020). *Agriculture development* report.

[18]. Zhang, Y., (2025). *Bioactive compounds of Tithonia diversifolia*. Plants.

[19]. Zongo, A., Ouédraogo, S., & Sawadogo, M. (2018). *Effect of botanical extracts on pest population dynamics and disease development in vegetable crops*. International Journal of Plant Protection, 12(1), 33–42.