



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Evaluation de l'effet insecticide de certaines plantes locales sur les performances agronomiques de la tomate dans la réserve forestière de Mbalmayo (Cameroun)

W. E. NGANDO<sup>1,2\*</sup>, M. J. E. ESSOUMA<sup>1,2</sup>, V. A. VOULA<sup>1,2</sup>, O. J. S. ONDOUA<sup>1,2</sup>,  
Y. T. DJOAH<sup>1,2</sup>, L. NGATOURBAM<sup>2</sup>, A. O. ONANA<sup>1</sup> et B. Z. ZING<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agricultural Research for Development (IRAD). P. O. Box 2123 Yaoundé, Cameroon.

<sup>2</sup>University of Yaoundé I, Faculty of Sciences. P. O. Box 812 Yaoundé, Cameroon.

\*Corresponding author; E-mail: [audreyvalterivoula@yahoo.fr](mailto:audreyvalterivoula@yahoo.fr); Tél.: (+237 691322980/678098137)

Received: 14-03-2022

Accepted: 20-06-2022

Published: 30-06-2022

### RESUME

L'utilisation des pesticides chimiques dans la lutte contre les ravageurs des plantes cultivées est très onéreuse et non respectueuse de l'environnement. Cette situation est tellement préoccupante qu'il est impératif de trouver davantage des méthodes de traitements palliatives à ces problèmes. C'est ainsi que cette étude a été faite avec pour objectif d'évaluer l'efficacité des extraits aqueux de *Tithonia diversifolia* et de *Nicotiana tabacum* sur la croissance et le développement de la tomate. Le dispositif expérimental était constitué de 24 parcelles répartis dans 8 blocs de 3 sous-unités complètement randomisés. 8 traitements ont été appliqués, à savoir, le produit de référence (PR) à la dose de 33 ml par pulvérisateur de 15 litres d'eau, les extraits aqueux de feuilles de *Nicotiana tabacum* Ta (30%), Ta (40%), Ta (50%), et de *Tithonia diversifolia* Ti (30%), Ti (40%), Ti (50%) et un traitement témoins (TNT). Les résultats ont montré que trois traitements sur huit ont permis d'avoir des meilleurs paramètres agronomiques à 18, 32 et 46 Jours Après Repiquage. PR a présenté un poids frais de 67,19±3,19 Kg; un poids sec de 5,79±0,31 Kg et un rendement de 705,53±33,44 Kg/ha. Suivi de Ta (50) qui a présenté 66,26±5,52 Kg; 5,64±0,54 Kg et 695,73±32,97 Kg/ha respectivement. Enfin, Ti (50%) où l'on a observé 62,60±5,52 Kg; 5,34±0,54 Kg et 657,30±31,14 Kg/ha. En revanche, le TNT a enregistré la performance agronomique la moins satisfaisante dans l'ensemble. Ainsi, Ta (50%) et Ti (50%) ont permis d'avoir des performances agronomiques satisfaisantes sans différences significatives avec le PR. Alors, les extraits aqueux d'une concentration de 50% de chacune de ces deux espèces peuvent être conseillés aux agriculteurs dans le cadre de la lutte contre les ravageurs de la tomate (*Lycopersicon esculentum*).

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés:** *Lycopersicon esculentum*, Extrait aqueux, *Nicotiana tabacum*, *Tithonia diversifolia*, croissance, rendement.

## Evaluation of the insecticidal effect of some local plants on the agronomic performance of tomato in the Mbalmayo forest reserve (Cameroon)

### ABSTRACT

The use of chemical pesticides in the control of crop pests is very expensive and not environmentally friendly. This situation is so worrying that it is imperative to find more palliative treatment methods to these problems. Thus, this study was carried out with the objective of evaluating the efficacy of aqueous extracts of

*Tithonia diversifolia* and *Nicotiana tabacum* on the growth and development of tomato. The experimental set-up consisted of 24 plots divided into 8 completely randomised blocks of 3 sub-units. Eight treatments were applied, namely, the reference product (RP) at a dose of 33 ml per 15 litre water sprayer, the aqueous leaf extracts of *Nicotiana tabacum* Ta (30%), Ta (40%), Ta (50%), and *Tithonia diversifolia* Ti (30%), Ti (40%), Ti (50%) and a control treatment (TNT). The results showed that three out of eight treatments gave better agronomic parameters at 18, 32 and 46 Days After Planting. PR had a fresh weight of  $67.19 \pm 3.19$  Kg; a dry weight of  $5.79 \pm 0.31$  Kg and a yield of  $705.53 \pm 33.44$  Kg/ha. Followed by Ta (50) which presented  $66.26 \pm 5.52$  Kg;  $5.64 \pm 0.54$  Kg and  $695.73 \pm 32.97$  Kg/ha respectively. Finally, Ti (50%) where  $62.60 \pm 5.52$  Kg;  $5.34 \pm 0.54$  Kg and  $657.30 \pm 31.14$  Kg/ha respectively were observed. On the other hand, the TNT treatment recorded the least satisfactory agronomic performance overall. Thus, Ta (50%) and Ti (50%) provided satisfactory agronomic performance without significant differences with the PR. So, the aqueous extracts of 50% concentration of each of these two species can be advised to the farmers in the pest control of tomato (*Lycopersicon esculentum*).

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** *Lycopersicon esculentum*, Aqueous extract, *Nicotiana tabacum*, *Tithonia diversifolia*, growth, yield.

## INTRODUCTION

La production maraichère notamment celle des fruits et légumes est un secteur agricole vital en Afrique (Wendata, 2016) et en particulier au Cameroun en raison de leur valeur nutritive et des revenus importants qu'ils génèrent (Djéto-Lordon et al., 2007). En effet, ce secteur d'activité peut servir de levier pour la diversification agricole et économique en orientant la production vers les marchés locaux ou d'exportations tels que le Gabon et la Guinée équatoriale (Weinberger et Lumpkin, 2007). C'est ainsi que la production de la tomate (*Lycopersicon esculentum*) fait l'objet d'un intérêt majeur au fil du temps pour les pouvoirs publics et les promoteurs agricoles (Wendata, 2016). En 2010, elle occupait la deuxième place après la production de l'oignon (MASA, 2013). Toutefois cette culture est beaucoup plus présente dans les exportations que l'oignon (Wendata, 2016). Tandis que les recettes d'exportation de l'oignon variaient entre 150 et 245 millions de F CFA de 2008 à 2011, celles de la tomate sont passées de 596 millions de F CFA à 795 millions de F CFA dans le même intervalle de temps (MASA, 2013). Par ailleurs, on assiste à une augmentation des superficies cultivables en culture de tomate. De 2006 à 2011, les superficies emblavées en tomate ont augmenté de plus de 80% passant de 5224 ha à 9529 ha (MASA, 2013). Il convient toutefois de souligner que la production de tomate comme la majorité des productions de la filière fruits et légumes rencontre de nombreuses difficultés. A

cet effet, l'une des plus importantes contraintes à la production de la tomate est la sensibilité aux maladies et aux insectes (Rouamba et al., 2013). A cette contrainte majeure, s'ajoutent des contraintes liées aux coûts élevés des intrants agronomiques, à la gestion des ravageurs et des maladies. La majorité des producteurs sont confrontés (Camara et al., 2013) aux difficultés pour accéder à l'eau en période sèche et à la qualité des fertilisants utilisés (Djéto-Lordon et al., 2007; Eshun et al., 2011). Dans le souci de lever la première contrainte, de nouvelles molécules insecticides issues des plantes locales ont été testées et mises au point (Rouamba et al., 2013). La plupart des variétés de tomate sont sensibles aux attaques des insectes ravageurs qui sont les principales causes de pertes de rendement (Ryckewaert et Fabre, 2001). En outre, il existe très peu d'informations sur les insectes nuisibles à la culture de la tomate au Cameroun, ainsi que sur les interactions qui existeraient entre elles et ces ravageurs. Alors, la connaissance de ces paramètres est très capitale pour une maîtrise de la production à grande échelle qui permettra de satisfaire la demande locale et sous régionale, puisque le Cameroun est considéré comme le poumon agricole de l'Afrique centrale. C'est dans ce cadre que s'inscrivent ces travaux qui portaient sur l'étude de l'effet insecticide de deux plantes locales sur les performances agronomiques de la variété de tomate Rio Grande dans la réserve forestière de Mbalmayo. L'objectif était d'évaluer

l'efficacité des extraits aqueux de *Tithonia diversifolia* et *Nicotiana tabacum* sur la croissance et le développement de la tomate.

## MATERIELS ET METHODES

### Site d'étude

L'étude s'est déroulée à Mbalmayo, ville située dans le Département du Nyong et So'o, Région du Centre - Cameroun. Plus précisément au campus de la station de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD). Cette ville est située à 3°31'00'' N; 11°30'00'' E et à une altitude de 663 m (Figure 1).

### Végétation, sol et climat

Le couvert végétal du site était constitué d'*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv, 1812 et de *Panicum maximum* deux herbacées très envahissantes de la famille des Poaceae. Cette végétation est caractéristique d'une perturbation anthropique dérivée d'un paysage forestier. Le relief du site est constitué de petits plateaux et bassins entourés d'une ceinture orogénique à altitude moyenne. On y rencontre de petits cours d'eau affluents du Nyong et du So'o. Le sol est de couleur rouge latéritique caractéristique des sols forestiers classiques. On distingue de la surface vers la profondeur: un horizon rouge plus ou moins superficiellement lessivé, qui peut atteindre dans les conditions favorables une profondeur de 4 à 10 mètres; un horizon gravillonnaire; un horizon tacheté et un horizon d'altération de la roche-mère. Ce type de sol est très apprécié par les populations locales qui cultivent du manioc, de la banane plantain et bien d'autres cultures. Cette zone est caractérisée par un climat guinéen à pluviométrie bimodale, avec quatre saisons réparties en deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses. La moyenne de la précipitation annuelle est de 1600 mm. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 23°C et l'hygrométrie moyenne est de 78%.

### Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué des plants de tomate (Figure 2A) obtenus à partir des semences de la variété Rio GRANDE; des feuilles fraîches de tabac (Figure 2B) et de fleur

jalousie (Figure 2C) à partir desquelles ont été préparées les solutions à tester.

### Matériel chimique

Ce matériel était constitué de pesticides chimiques utilisés comme témoins, pour la comparaison d'efficacité par rapport à celle des extraits aqueux de *Nicotiana tabacum* et de *Tithonia diversifolia*. Il s'agissait: d'Acarius (40 EC), un insecticide-acaricide de contact et systémique dont la matière active est Abamectine (18 g/L) recommandé par le MINADER pour la lutte contre les ravageurs de la tomate.

### Mise en place du germoir

Un germoir a été réalisé dans le but de produire des plants de tomate utilisés pour cet essai. Pour cela, un site approprié a été aménagé près d'une source d'eau et non loin de la parcelle expérimentale. Une planche a été confectionnée à cet effet sur une superficie d'environ 6 m<sup>2</sup>, sur laquelle l'on avait semé 100 g de semence de tomate. Au préalable, 25 grammes de Nématicide ont été épandus sur la planche pour lutter contre les éventuels nématodes du sol, afin de garantir une bonne levée des plants. Le germoir a été bien suivi et régulièrement arrosé. Lorsque les graines ont germé et que les plantules ont atteint une hauteur de 10 à 15 cm, avec 6 feuilles au bout de trois semaines, les plants ont été repiqués dans le site expérimental.

### Mise en place de la parcelle expérimentale

Les plants de même taille, vigoureux, et bien dressés ont été choisis et transplantés sur des planches aménagées à cet effet. Dans chaque poquet, 02 jeunes plants ont été repiqués. Deux semaines plus tard, les plants ont été démarqués en supprimant le moins robuste pour permettre au plus vigoureux de continuer aisément sa croissance.

### Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était en blocs complètement randomisés. Le site de l'expérience couvrait une superficie de 873 m<sup>2</sup> divisée en 8 blocs et 24 sous-blocs de 10 m<sup>2</sup> chacune. Pour chaque bloc 15 plants ont été

repiqués, soit 5 plants par sous-bloc/planches. Chaque bloc avait 3 sous-blocs de 5 m de long chacun. Ce qui faisait un total de 360 plants de tomate. Les sous blocs étaient séparés de 1 m entre eux, alors que les blocs étaient séparés entre eux de 2 m de distance.

### Obtention des extraits ou purin

Les feuilles de tabac ont été récoltées dans les champs des paysans à Mbalmayo. Les feuilles de la fleur jalousie par contre ont été récoltées directement dans un champ paysan très tôt le matin avant le lever de soleil, puis transportées au laboratoire. Une fois au laboratoire, les feuilles ont été distinctement lavées avec de l'eau distillée puis égouttées. Elles ont été séchées à l'étuve pendant 24 heures à 60 °C. Ensuite, ces feuilles ont été broyées à l'aide d'un mixeur de marque Moulinex. La poudre obtenue a été conservée dans des boîtes appropriées. Pour chaque plante, une quantité de 100 g de poudre a été trempée dans un récipient contenant un litre d'eau distillée. Après avoir bien homogénéisé, le mélange a été laissé au repos pendant 48 heures. Puis, ce mélange a été filtré par un tamis à mailles fines et ensuite avec une toile pour éliminer les grosses particules. La solution obtenue appelée solution mère (SM) a été diluée à 30, 40 et 50%. Le filtrat ainsi obtenu a été plus tard pulvérisée en champ à raison de 3 litres pour 30 m<sup>2</sup> de surface cultivée.

### Application des différents traitements

Plusieurs traitements ont été appliqués au cours de l'expérimentation. Pour Acarius 40 EC (Abamectine 18 g/l) produit de référence (PR), une seule dose a été appliquée. Cette dose était de 33 ml par pulvérisateur de 15 litres d'eau. Les extraits aqueux de feuilles de tabac (Ta) et de *Tithonia diversifolia* (Ti) ont respectivement été appliqués à des doses de 30, 40 et 50%. Il y avait également un traitement témoins (TNT) où aucun produit n'a été appliqué. Ainsi, il y avait huit traitements notés de la façon suivante: PR(33), Ta(30), Ta(40), Ta(50), Ti(30), Ti(40), Ti(50) et TNT. Ces traitements ont débuté dès les premières attaques des insectes et c'est à ce moment que la collecte de données avait commencé.

### Paramètres agronomiques

La tomate est une culture à cycle cours et très sensible aux manipulations, la collecte des données sur les paramètres agronomiques se faisait tôt le matin pour éviter des contaminations. Ainsi, 7 jours après le repiquage (JAR), nous avons commencé à mesurer quelques paramètres. Chaque bloc comportait trois sous-blocs et celui du milieu a été échantillonné afin d'éviter les effets de bordures. Ils y avaient 5 plants par bloc, soit un total de 120 plants pour l'ensemble des 24 sous-blocs. De même, l'état de développement végétatif des plants a été évalué à 18, 32 et 46 JAR, suivant l'échelle de notation allant de 1 à 5 (1 = très mauvais; 2 = mauvais; 3 = moyennement bon; 4 = bon; 5= très bon). En plus, les composantes du rendement ont été évaluées à partir des récoltes. Pour cela, à chaque récolte le nombre et le poids des fruits sains et ceux avariés ont été déterminés. Ces valeurs ont permis de calculer les rendements potentiels, le taux des fruits sains, le taux des fruits avariés, le nombre et le poids des fruits pour chaque traitement. Le rendement (Rdt) par tige a également été calculé après chaque récolte, dans la parcelle utile de chaque traitement. Ce rendement a été converti en Kg/hectare à l'aide de la relation (g/pieds) x 31250. Ainsi, la formule: Rdt (kg/ha) = 1000 (31250: 111000) avec 31250 = nombre de pieds/ha; 111000 = facteur de conversion en kg (Akoutou et al., 2019).

La hauteur des plants au stade de floraison a été mesurée à l'aide d'un mètre en ruban. Ces mesures ont été faites du collet de la plante jusqu' au dernier bourgeon à 18, 32 et 46 JAR. Le diamètre au collet a été mesuré de façon aléatoire sur 48 pieds de tomate, soit deux pieds par traitement à 18, 32 et 46 JAR. Aussi, la teneur en eau des fruits a été déterminée selon la méthode pondérale, en déterminant la perte de poids de la prise d'essai par dessiccation à l'étuve à 105°C pendant 24 heures. Cinq répétitions ont été effectuées afin d'obtenir une moyenne raisonnable. Le pourcentage en eau a été calculé selon la formule 3 suivante :

Masse de prise d'essai= (Mo) - (M1) (1);  
Masse eau= (Mo) - (M2) (2); Le pourcentage en eau = masse eau x100/Masse prise d'essai.

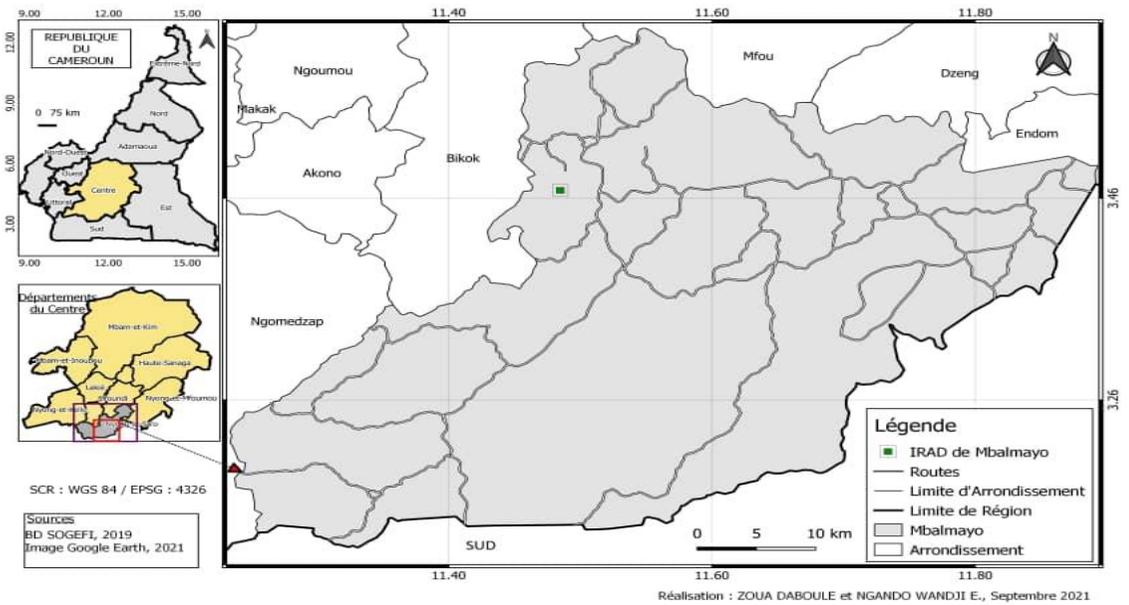
$\frac{(M_0 - M_2) \times 100}{(M_0 - M_1)}$  (3) avec M1 la tare: c'est la masse du verre de montre; M0 est la masse avant l'étuve et correspond à celle de la prise d'essai avant dessiccation et celle du verre de montre; M2 est la masse après étuve est de la prise d'essai après dessiccation et celle du verre de montre.

### Analyses des données

Les valeurs moyennes des paramètres agronomiques évalués ont été calculées en

fonction des périodes de collecte. La variation de ces abondances a été testée à l'aide d'une ANOVA à l'aide de la procédure du Modèle Linéaire Généralisé (GLM). La correction de Poisson a été appliquée pour les données de comptages. En cas de nécessité, les comparaisons par paire ont été effectuées à l'aide du test de Tukey HSD corrigé par la procédure séquentielle de Bonféronni.

Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R (Version 3.0.2, 2013) et les résultats ont été appréciés au seuil de 5%.



**Figure 1:** Cartographie de la zone d'étude (Région du Centre, département de la Nyong et So'o et commune de Mbalmayo).



**Figure 2:** Matériel végétal utilisé (A=Plants de tomates; B=Feuilles fraîches de tabac; B=Feuilles fraîches de fleur jalousie).

## RESULTATS

### Effet des traitements sur le nombre, la longueur et la largeur des feuilles

Le nombre, la longueur et la largeur des feuilles ont augmenté progressivement jusqu'à atteindre les valeurs moyennes de  $26,956 \pm 14,366$ ;  $5,305 \pm 2,756$  cm et de  $3,478 \pm 1,645$  cm respectivement pour le produit de référence (PR), suivi de Ta (50) dont les valeurs ont été de  $25,089 \pm 12,336$ ,  $5,207 \pm 2,786$  cm et  $3,182 \pm 1,335$  cm et de Ti (50) ( $23,044 \pm 13,356$ ;  $5,019 \pm 2,654$  cm et  $3,049 \pm 1,236$  cm). Le TNT (Témoin Non Traité) quant à lui a présenté les valeurs moyennes les plus faibles pour ce qui est du nombre ( $11,889 \pm 10,369$ ), de la longueur ( $2,544 \pm 0,636$  cm), et enfin pour la largeur ( $1,107 \pm 0,711$  cm) des feuilles. Ces valeurs moyennes croissent au fur et à mesure que la dose des différents produits augmente.

La Figure 3 montre qu'entre PR (33ml), Ta (50) et Ti (50), il n'existe aucune différence significative ( $F=11,94$  et  $P < 0,876$ ). De même, entre Ta (40), Ti (40) et Ta (30) et pareillement entre Ti (30) et TNT ( $F=11,81$ ;  $P < 0,769$ ). Par contre, entre PR (33), Ta (50) et le reste des traitements, il existe une différence significative pour ce qui est du nombre de feuilles et des autres paramètres que sont la longueur et largeur des feuilles respectivement ( $F=11,84$  ;  $P < 0,0001$ ,  $F=3,45$  ;  $P < 0,001$  et  $F=2,44$  ;  $P < 0,001$ ).

La comparaison entre ces différents traitements et le TNT montre une différence hautement significative pour PR, Ta (50) et Ti (50) dans l'ensemble en terme du nombre, de largeur et de la longueur des feuilles ( $F=1,967$ ,  $p < 0,0001$  ;  $F=3,031$ ,  $P < 0,0001$  et  $F=3,031$ ,  $p < 0,0001$ ). Ta (40), Ti (40), Ta (30) et Ti (30) ont présenté une différence significative (Tableau 1). En effet, quel que soit la nature du traitement et sa dose, les plants ont présenté un certain épanouissement vis-à-vis du TNT.

### Variation surface foliaire en fonction des traitements à 18, 32 et 46 jours après repiquage

La longueur et la largeur des feuilles ont permis de déterminer la surface foliaire (Tableau 3). Les plants de tomate traités avec le

produit de référence ont présenté une surface foliaire ( $18,450 \pm 4,533$  cm<sup>2</sup>) plus importante que celle des autres traitements, suivis de Ta(50) ( $16,558 \pm 3,719$  cm<sup>2</sup>) et de Ti(50) ( $15,302 \pm 3,259$  cm<sup>2</sup>). Le traitement Ta(50) a présenté une surface foliaire plus élevée que Ti (50). De même, Ta(40) ( $10,296 \pm 2,460$  cm<sup>2</sup>) s'est comporté légèrement mieux que Ti(40) ( $09,220 \pm 2,293$  cm<sup>2</sup>). En revanche, c'est le TNT ( $02,816 \pm 0,452$  cm<sup>2</sup>) qui a présenté la plus faible surface foliaire. La Figure 4 montre qu'entre PR, Ta (50) et Ti (50), il n'existe pas de différence significative ( $F=4,98$ ,  $P \geq 0,781$ ). Par contre, la comparaison de ces traitements avec le TNT a montré des différences significatives ( $F=3,94$ ,  $P < 0,001$ ).

### Diamètre et hauteur des plants à 18, 32 et 46 jours après repiquage

Le diamètre moyen des plants de tomate a varié progressivement en fonction du temps (Tableau 4). On observe une valeur moyenne minimale relativement constante entre le 18<sup>ème</sup> ( $0,562 \pm 0,056$  cm) et le 32<sup>ème</sup> jour ( $0,843 \pm 0,557$  cm). A 46 jours, ce diamètre était de  $1,124 \pm 0,679$  pour ce qui est du TNT. Pour les différents traitements, les diamètres moyens suivants ont respectivement été obtenus: Ta(50) ( $2,016 \pm 1,336$ ;  $3,024 \pm 2,004$ ;  $4,032 \pm 2,442$ ); Ti(50) ( $1,898 \pm 1,140$ ;  $2,847 \pm 1,710$ ;  $3,796 \pm 2,300$ ), Ta(40) ( $1,513 \pm 1,001$ ;  $2,269 \pm 1,501$ ;  $3,026 \pm 1,833$ ), Ti(40) ( $1,420 \pm 0,478$ ;  $2,13 \pm 1,409$ ;  $2,840 \pm 1,720$ ) à 18, 32 et 46 JAR. Au 46<sup>ème</sup> jour après le repiquage, le traitement PR(33) a présenté le diamètre moyen le plus grand. Soit  $4,392 \pm 2,660$ , suivi de Ta(50)  $4,032 \pm 2,442$  et Ti(50)  $3,796 \pm 2,300$ . Cependant, la comparaison par paire de l'analyse de variance de ces trois traitements n'a présenté aucune différence significative ( $F=1,92$ ;  $P=0,312$ ). On observe également que les diamètres issus des traitements Ta (50,40 et 30) étaient relativement plus importants que ceux issus de Ti (50,40 et 30) respectivement. En outre, malgré les variations de diamètres observées entre les différentes doses par traitement Ta (50) et Ti (50), Ta (40) et Ti (40) et enfin Ta (30) et Ti (30) il n'existe aucune différence significative ( $F=12,45$  et  $P > 0,55$ ) (Tableau 4). Par contre, la comparaison de ces

traitements au TNT a montré des différences significatives ( $F=2,003$ ;  $P<0,0001$ ).

Pour ce qui est de la hauteur moyenne des plants, des observations similaires ont été faites (Figure 5). La hauteur des plants augmente progressivement au fur et à mesure que les jours passent. A 18 jours après repiquage, la croissance a été limitée. C'est ainsi que pour le traitement TN avait présenté les valeurs  $12\pm 11,458$ , Ti (30)  $15\pm 11,963$ , Ta (30)  $17\pm 12,456$ , Ti (40)  $22\pm 18,960$ , Ta (40)  $24\pm 18,965$ , Ti (50)  $24\pm 19,586$ , Ta (50)  $26\pm 19,689$  respectivement et  $28\pm 19,784$  pour le traitement PR (33). Cette croissance avait augmenté de façon exponentielle à 32 jours pour atteindre les valeurs maximales à 46 jours. Elle avait évolué du TNT vers PR (33), Ta (50) et Ti (50) en passant par Ta (40), Ti (40) et Ta (30) et ti (30). Pour ce qui est du TNT par exemple, il a présenté les valeurs de ( $12\pm 11,458$ ;  $36\pm 11,458$ ;  $59\pm 11,458$ ), Ta (30) ( $17\pm 12,456$ ;  $51\pm 12,456$  et  $86\pm 12,456$ ) à 18, 32 et 46 JAR respectivement (Figure 5). Ces plants avaient atteint des hauteurs maximales au 46<sup>ème</sup> jour. Ainsi, le PR (33) a présenté la plus grande hauteur  $140\pm 19,784$ , suivi de Ta (50)  $130\pm 19,689$  et de Ti (50)  $123\pm 19,586$ . L'analyse de variance n'avait révélé aucune différence significative entre ces trois traitements ( $F=13,561$ ;  $P=0,41$ ). Les plants traités au produit chimique PR (33) et aux produits naturels à la dose Ta (50) et Ti (50) ont présenté le même niveau de développement. De même, les plants traités avec l'extrait de tabac Ta ont présenté une meilleure évolution comparativement à ceux traités avec l'extrait de *Tithonia diversifolia*. Toutefois, entre les traitements de même dose ou de même concentration Ta (40) et Ti (40), Ti (50) et Ta (50), une différence significative ( $F=14,561$ ;  $P=0,541$ ) n'a pas été observée. La comparaison par paire entre ces traitements et le TNT a présenté des différences significatives considérables ( $F=12,853$ ;  $P=0,0001$ ) (Tableau 5).

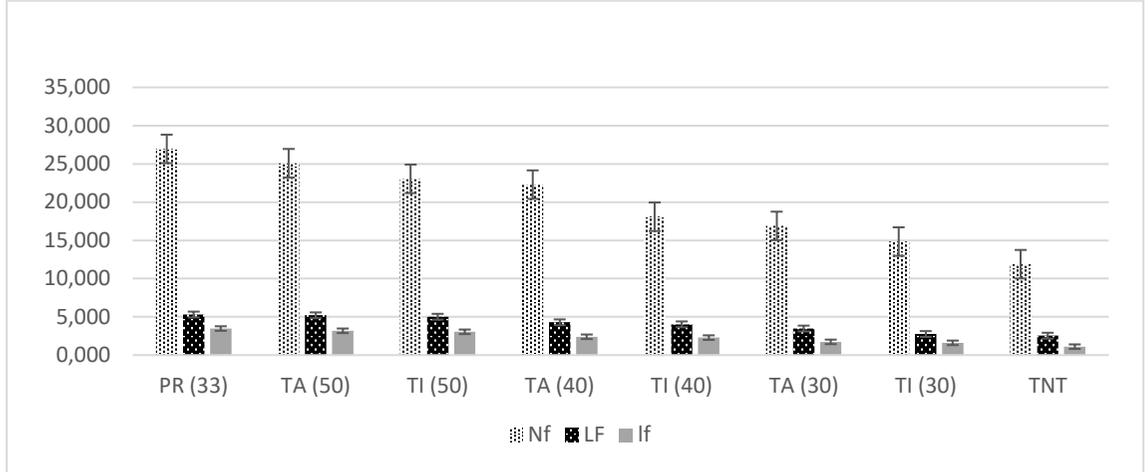
### Etat de développement des plants

La bonne croissance des plants de tomate en champ est un indicateur fondamental qui peut renseigner sur la qualité de la production. Par conséquent, elle peut permettre de prédire la qualité du rendement. A cet effet, le Tableau 6 montre que le traitement TNT qui n'avait reçu aucun traitement a présenté un E.D. moyen de  $1,33\pm 0,33$  (très mauvais), Ta (30) a présenté un E.D. de  $2,03\pm 1,02$  (mauvais). Les traitements Ta (40) et Ti (40) par contre avaient un E.D. moyennement bon et enfin Ta (50), Ti (50) et le PR (33) avaient respectivement un E.D. ( $4,82\pm 2,22$ ;  $4,71\pm 2,12$  et  $4,85\pm 2,38$ ) (bon). L'extrait de tabac et de la fleur jalouse à la concentration de 50% avaient des effets presque identiques à celui du produit chimique. L'état de développement varie en fonction de la dose du traitement. Cependant, il reste relativement constant à la même dose, indépendamment du traitement (Figure 6). Plus on apporte des traitements à la tomate, plus la production et le rendement sont importants.

### Production et rendement

Dans le cas d'espèce, le poids frais de tomates a considérablement varié d'un traitement à un autre, suite à la pression parasitaire soit 25,82 kg pour le TNT, 66,26 et 62,60 kg pour Ta (50) et Ti (50) respectivement (Tableau 7). Le rendement a varié de 271 à 700 kg/ha entre le TNT et le PR et cette variation est due à la nature des traitements. Ce rendement augmente progressivement d'un traitement à un autre, en fonction du type d'extrait et de sa dose (Tableau 6). Soit 695,73 et 657,30 kg/ha pour Ta (50) et Ti (50); 596,40 et 558,39 kg/ha pour Ta (40) et Ti (40) respectivement. Puis, de 452,85 et 450,45 kg/ha pour Ta (30) et Ti (30). En comparant tous ces traitements avec le TNT, on observe une différence hautement significative  $P=0,000$  (Tableau 7).

Le taux d'humidité quant à lui a relativement été constant entre l'extrait de tabac et l'extrait de *T. diversifolia*. Ce taux a varié en fonction des doses Ta (50) et Ti (50) 91%; Ta (40) et Ti (40) 90% et enfin Ti (30) et Ta (30) 85% (Tableau 7).



**Figure 3:** Effet des traitements sur le nombre, la longueur et la largeur des feuilles.

**Tableau 1:** Nombre, longueur et largeur moyenne des feuilles en fonction des traitements.

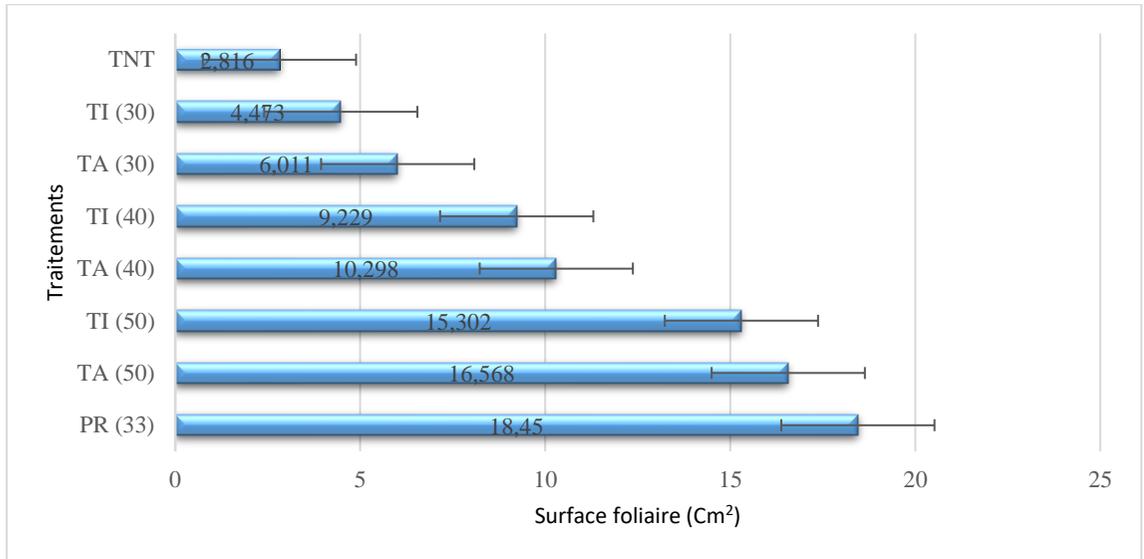
Traitements	Nombre Feuilles	Longueur feuilles (cm)	Largeur feuilles (cm)
<b>PR (33)</b>	26,956±14,366 <sup>a</sup>	5,305±2,756 <sup>a</sup>	3,478±1,645 <sup>a</sup>
<b>Ta (50)</b>	25,089±12,336 <sup>a</sup>	5,207±2,786 <sup>a</sup>	3,182±1,335 <sup>a</sup>
<b>Ti (50)</b>	23,044±13,356 <sup>ab</sup>	5,019±2,654 <sup>a</sup>	3,049±1,236 <sup>a</sup>
<b>Ta (40)</b>	22,289±12,369 <sup>ab</sup>	4,291±2,465 <sup>ab</sup>	2,400±0,998 <sup>b</sup>
<b>Ti(40)</b>	18,089±12,345 <sup>bc</sup>	4,025±2,345 <sup>bc</sup>	2,293±0,978 <sup>b</sup>
<b>Ta(30)</b>	16,889±11,298 <sup>bc</sup>	3,473±2,003 <sup>bc</sup>	1,731±0,876 <sup>c</sup>
<b>Ti (30)</b>	14,844±11,498 <sup>c</sup>	2,758±1,632 <sup>cd</sup>	1,609±0,821 <sup>c</sup>
<b>TNT</b>	11,889±10,369 <sup>c</sup>	2,544±0,636 <sup>d</sup>	1,107±0,711 <sup>c</sup>

**Tableau 2:** Evaluation contingente des différents traitements appliqués en champ (\*\*\*) Hautement significatif, \*\* Significatif, \*Non significatif).

Traitements	Nombre de feuilles		Largeur des Feuilles		Longueur des feuilles	
	Valeur critique	Pr > Diff	Valeur critique	Pr > Diff	Valeur critique	Pr > Diff
PR (33) vs TNT	1,967	< 0,0001***	3,031	< 0,0001***	3,031	<0,0001***
TA (50) vs TNT	1,967	< 0,0001***	2,948	< 0,0001***	2,948	<0,0001***
TI (50) vs TNT	1,967	< 0,0001***	2,850	< 0,0001***	2,850	<0,0001***
TA (40) vs TNT	1,967	< 0,0001***	2,728	< 0,0001***	2,728	0,000
TI (40) vs TNT	1,967	0,011**	2,569	< 0,0001***	2,569	0,051**
TA (30) vs TNT	1,967	0,040**	2,344	0,056	2,044	0,844*
TI (30) vs TNT	1,967	0,223*	1,960	0,065	2,956	1,221*

**Tableau 3:** Evolution de la surface foliaire en fonction de la longueur et de la largeur des feuilles.

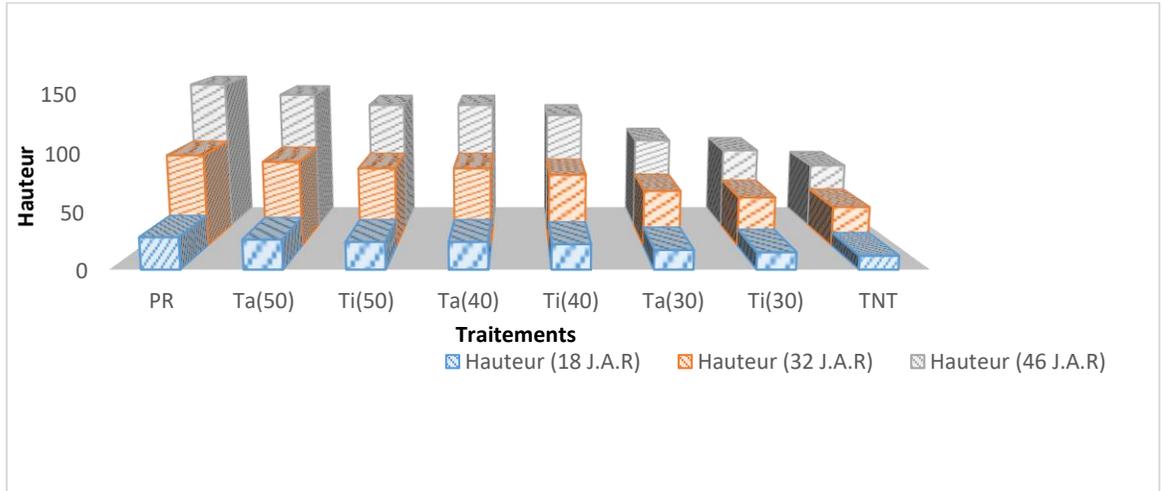
Traitements	Longueur feuilles (Cm)	Largeur feuilles (Cm)	Surface foliaire (Cm <sup>2</sup> )
PR (33)	5.305±2.756 <sup>A</sup>	3.478±1.645 <sup>A</sup>	18.450±4.533 <sup>A</sup>
TA (50)	5.207±2.786 <sup>A</sup>	3.182±1.335 <sup>A</sup>	16.558±3.719 <sup>A</sup>
TI (50)	5.019±2.654 <sup>A</sup>	3.049±1.236 <sup>A</sup>	15.302±3.259 <sup>A</sup>
TA (40)	4.291±2.465 <sup>AB</sup>	2.400±0.998 <sup>B</sup>	10.296±2.460 <sup>B</sup>
TI (40)	4.025±2.345 <sup>ABC</sup>	2.293±0.978 <sup>B</sup>	09.220±2.293 <sup>B</sup>
TA (30)	3.473±2.003 <sup>BC</sup>	1.731±0.876 <sup>C</sup>	06.011±1.754 <sup>C</sup>
TI (30)	2.758±1.632 <sup>CD</sup>	1.609±0.821 <sup>C</sup>	04.437±1.339 <sup>C</sup>
TNT	2.544±0.636 <sup>D</sup>	1.107±0.711 <sup>C</sup>	02.816±0.452 <sup>C</sup>



**Figure 4:** Variation surface foliaire de tomate en fonction des traitements.

**Tableau 4:** Diamètre des plants de tomate par traitement à 18, 32 et 46 JAR (Jours Après Semis).

Traitements	Diamètre de la tige de tomate à 18, 32 et 46 jours après repiquage (mm)		
	18 JAR	32 JAR	46 JAR
PR (33)	2,196±1,346 <sup>A</sup>	3,294±2,019 <sup>A</sup>	4,392±2,660 <sup>A</sup>
TA (50)	2,016±1,336 <sup>A</sup>	3,024±2,004 <sup>A</sup>	4,032±2,442 <sup>A</sup>
TI (50)	1,898±1,140 <sup>A</sup>	2,847±1,710 <sup>A</sup>	3,796±2,300 <sup>A</sup>
TA (40)	1,513±1,001 <sup>AB</sup>	2,269±1,501 <sup>AB</sup>	3,026±1,833 <sup>B</sup>
TI (40)	1,420±0,478 <sup>AB</sup>	2,13±1,409 <sup>B</sup>	2,840±1,720 <sup>BC</sup>
TA (30)	0,897±0,384 <sup>BC</sup>	1,3455±0,889 <sup>BC</sup>	1,794±1,086 <sup>C</sup>
TI (30)	0,758±0,076 <sup>BC</sup>	1,137±0,751 <sup>C</sup>	1,516±0,917 <sup>C</sup>
TNT	0,562±0,056 <sup>C</sup>	0,843±0,557 <sup>C</sup>	1,124±0,679 <sup>D</sup>



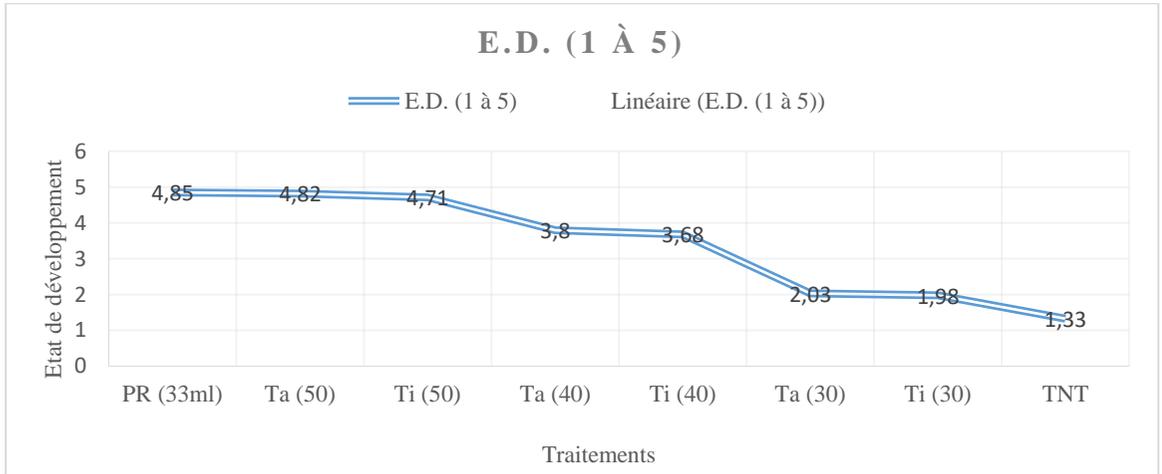
**Figure 5:** Evolution de la hauteur des plants de tomates en fonction des traitements.

**Tableau 5:** Hauteur des plants de tomate en fonction du temps et des traitements.

Traitement	Hauteur (Cm) 18 J.A.R	Hauteur (Cm) 32 J.A.R	Hauteur (Cm) 46 J.A.R
PR	28± 19.784 <sup>A</sup>	84±19.784 <sup>A</sup>	140± 19.784 <sup>A</sup>
Ta(50)	26±19.689 <sup>A</sup>	78±19.689 <sup>AB</sup>	130±19.689 <sup>A</sup>
Ti(50)	24±19.586 <sup>A</sup>	72±19.586 <sup>AB</sup>	123±19.586 <sup>AB</sup>
Ta(40)	24±18.965 <sup>AB</sup>	72±18.965 <sup>AB</sup>	120±18.965 <sup>AB</sup>
Ti(40)	22±18.960 <sup>AB</sup>	66±18.960 <sup>B</sup>	109±18.960 <sup>B</sup>
Ta(30)	17±12.456 <sup>BC</sup>	51±12.456 <sup>BC</sup>	86±12.456 <sup>BC</sup>
Ti(30)	15±11.963 <sup>BC</sup>	45±11.963 <sup>BC</sup>	75±11.963 <sup>BC</sup>
TNT	12± 11.458 <sup>C</sup>	36±11.458 <sup>C</sup>	59± 11.458 <sup>D</sup>

**Tableau 6:** Estimation de l'état de développement des plants (E.D.= Etat de développement (1 à 5); 1 = très mauvais; 2 = mauvais; 3 = moyennement bon; 4 = bon; 5= très bon).

Traitement	E.D (1 à 5)	Observations
PR (33)	4,85±2,38	Bon
Ta (50)	4,82±2,22	Bon
Ti (50)	4,71±2,12	Bon
Ta (40)	3,80±1,45	Moyennement Bon
Ti (40)	3,68±1,32	Moyennement Bon
Ta (30)	2,03±1,02	Mauvais
Ti (30)	1,98±0,38	Très Mauvais
TNT	1,33±0,33	Très Mauvais



**Figure 6:** Croissance des plants de la tomate en fonction des traitements.

**Tableau 7:** Paramètres influençant la production et le rendement de la tomate.

Traitements	Poids Frais (Kg)	Poids sec (Kg)	Taux d'humidité (%)	Rdt (Kg/ha)
<b>PR (33)</b>	67,193±3,185 <sup>C</sup>	5,786±0,313 <sup>D</sup>	91,38	705,53±33,44 <sup>A</sup>
<b>TA (50)</b>	66,260±5,516 <sup>BC</sup>	5,640±0,541 <sup>CD</sup>	91,48	695,73±32,97 <sup>A</sup>
<b>TI (50)</b>	62,600±5,516 <sup>BC</sup>	5,340±0,541 <sup>CD</sup>	91,46	657,30±31,14 <sup>A</sup>
<b>TA (40)</b>	56,800±5,516 <sup>BC</sup>	5,620±0,541 <sup>BCD</sup>	90,10	596,40±28,25 <sup>B</sup>
<b>TI (40)</b>	53,180±5,516 <sup>BC</sup>	5,034±0,541 <sup>BCD</sup>	90,53	558,39±26,46 <sup>B</sup>
<b>TA (30)</b>	44,125±6,167 <sup>BC</sup>	6,375±0,605 <sup>B</sup>	85,55	452,81±21,45 <sup>C</sup>
<b>TI (30)</b>	43,900±5,516 <sup>B</sup>	6,420±0,541 <sup>B</sup>	85,37	450,45±20,89 <sup>C</sup>
<b>TNT</b>	25,820±3,185 <sup>A</sup>	3,662±0,313 <sup>A</sup>	85,81	271,11±12,57 <sup>D</sup>

**DISCUSSION**

**Nombre, longueur et largeur des feuilles en fonction des traitements et des doses**

Le nombre, la longueur et la largeur des feuilles ont augmenté progressivement jusqu'à atteindre une valeur moyenne de 26,956 ± 14,366; 5,305 ± 2,756 et de 3,478 ± 1,645 cm respectivement pour ce qui est du produit de référence (PR). Le TNT quant à lui a présenté la valeur moyenne la plus faible pour ce qui est du nombre, de la longueur et de la largeur des feuilles, à savoir 11,889 ± 10,369, 2,544 ±

0,636 et 1,107 ± 0,711 cm respectivement. Ces valeurs moyennes croissent au fur et à mesure que la dose des différents produits augmente. Une tendance similaire a été observée par Bunani (2006) lors de ses travaux d'évaluation de l'efficacité biologique de certaines molécules naturelles sur les ravageurs et maladies de la tomate au cours desquels, trente jours après le repiquage, le nombre moyen de feuilles était légèrement plus élevé sur les plants traités que sur ceux du témoin, cependant, le nombre de feuille moyen (14)

supérieur à celui obtenu pour ce qui est du témoin (11) dans ce travail. Par ailleurs, le test Tuskey montre qu'il n'y avait aucune différence significative entre ces différents traitements et le témoin (CV=11.78%). Au contraire, pour ces résultats la comparaison entre Ta (50), Ti (50) et bien d'autres traitements et le témoin (TNT) ont présenté une différence hautement significative (F=9,473,  $p < 0,0001$ ; F=7,329,  $P < 0,0001$  et F=17,445,  $p < 0,0001$ ) respectivement. L'étude de Tshibingu et al. (2017) a montré que, la plante a répondu positivement dans la phase de croissance sous l'effet des traitements distinctement de leur nature ( $p < 0,05$ ) par rapport au témoin. La hauteur la plus élevée a été observée sur le traitement *E. abyssinica*+NPK avec 180 cm contre le traitement témoin avec 123,33 cm. Le diamètre au collet a suivi la même tendance avec *E. abyssinica* (2,20 cm) contre 1,03 cm pour le témoin. A ce niveau, ces résultats suivent la même la tendance que les leurs. La croissance enregistrée durant la période expérimentale a également révélé qu'il existe des différences significatives au seuil de 5% de probabilité. De même, cette croissance démontre que les parcelles sur lesquelles a été appliquée la combinaison de produits naturels et chimiques ont présenté une forte croissance en hauteur, en diamètre au collet ainsi qu'en nombre de feuilles à 60 jours après semis, comparativement à la moyenne des parcelles témoins et de produit naturelle. Ce résultat montre que la lutte intégrée présente plus d'avantages.

#### **Evolution surface foliaire en fonction des traitements à 18, 32 et 46 jours après repiquage**

Les feuilles des plants du traitement PR ont présenté une surface foliaire plus importante que ceux des autres traitements. Le traitement Ta (50) a présenté une surface foliaire plus élevée que Ti (50). Par contre, la comparaison de ces traitements avec le TNT a

montré des différences significatives (F=3.94,  $P < 0.001$ ). Ces résultats sont semblables à ceux de Aghofack-Nguemezi et al. (2015). Les traitements biologiques ou naturels présentent la même efficacité que le traitement chimique ce qui procure de nombreux avantages non seulement à la plante mais aussi au producteur. En effet, la surface foliaire conditionne chez la plante un bon nombre d'activités comme la croissance, la photosynthèse qui conduit à une production excellente de la biomasse dans l'ensemble. Aghofack-Nguemezi et al. (2015) confirment que les extraits de plantes augmentent la surface foliaire des feuilles de tomate, favorisant ainsi une bonne photosynthèse. En effet ces extraits de plantes sont riches en métabolites secondaires ce qui leur confère la possibilité de lutter contre les insectes ravageurs, en empêchant de causer des dommages à la plante (rôle insecticide), de lutter contre de nombreux pathogènes (rôle fongicide) et de favoriser par ricochet le bon développement et la productivité (rôle d'engrais).

#### **Hauteur et diamètre des plants 18, 32 et 46 jours après repiquage**

Le traitement PR avait la valeur moyenne la plus élevée, suivi de Ta (50). Ti (50) et Ta (40) avaient des valeurs moyennes égales, alors qu'entre Ta (40) et Ti (40), on a observé une légère différence. Cependant, la comparaison entre ces quatre derniers traitements n'a montré aucune différence significative (Tableau 1). En outre, la comparaison par paire entre ces traitements et le TNT a présenté des différences significatives considérables (F=2,853;  $P = 0,0001$ ) (Tableau 1). Ces résultats semblent moins intéressants que ceux de Sando et al. (2017) qui a obtenu un diamètre moyen de  $44.47 \pm 12.23$  mm en 90 JAR avec un minimum de 23 mm et un maximum de 77 mm. Puis, une hauteur moyenne de  $144.73 \pm 30.86$  mm avec une hauteur minimale de 60 mm et une hauteur maximale de 240 mm. Toutefois, ces résultats

sont plus intéressants lorsque le facteur temps intervient puisque pour ce travail, les données ont été collectées entre 18 et 46 JAR contre 60 à 99 JAR pour Sando et al. (2017). Par contre, ces résultats sont en accord avec ceux de Mohanty (2003) qui a signalé des différences significatives au niveau de la hauteur des plants, du nombre de jours et les différents traitements appliqués. Plus la dose augmente, plus la tomate se comporte mieux. Par ailleurs, Aghofack-Nguemezi et al. (2015) ont démontré que les extraits de plantes sont un atout majeur pour la production de la tomate, parce qu'ils augmentent significativement la taille et le diamètre de la tige des plants.

#### Etat de développement des plants de tomate

La croissance de la tomate est passée de l'état « très mauvais » pour le TNT à « mauvais » pour Ta (30) et Ti (30) puis à « moyennement bon » pour Ta (40) et ti (40) et enfin à « bon » pour les traitements Ta (50), Ti (50) et PR (33ml). Plus la dose de l'extrait augmentait, la croissance et le développement des plants étaient meilleurs. Ce résultat explique la grande sensibilité qu'a la tomate vis-à-vis de son environnement, des facteurs biotiques et édaphiques. Les extraits de plantes protègent les plants de tomate, leurs assurent un meilleur développement, une bonne performance se traduisant par la qualité des fruits et du rendement. Ces résultats corroborent ceux de Manal et al. (2017) qui ont amélioré les performances de la tomate en testant les extraits de quatre plantes médicinales et aromatiques à savoir *Lavandula officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Cymbopogon citratus* et *Melissa officinalis* sur la tomate. Ces extraits se positionnent ainsi comme une solution à la production de la tomate et bien d'autres fruits et légumes. Nos résultats confirment ceux de Aghofack-Nguemezi et al. (2015) qui avaient démontré que les extraits de *Jatropha curcas* ou de *Spirulina platensis* favorisent une bonne croissance et développement de la tomate. D'une manière générale, elles augmentent la

taille des plantes, réduisent le nombre d'avortement des fleurs, multiplient le nombre de fruits par plant et accroissent également la biomasse de fruit.

#### Production et rendement

Le poids frais de tomates a considérablement varié d'un traitement à un autre, suite à la pression parasitaire, soient 25.820 pour le TNT, 66.260 et 62.600 pour Ta (50) et Ti (50) respectivement (Figure 4). Le taux d'humidité quant à lui a relativement été constant entre l'extrait de tabac et l'extrait de *T. diversifolia*, puis en fonction des doses. Soient 91% pour les traitements Ta (50) et Ti (50), 90% pour les traitements Ta (40) et Ti (40) et enfin 80% pour les traitements Ti (30) et Ta (30) (Tableau 6). Le rendement a plutôt augmenté d'un traitement à l'autre, en fonction du type d'extrait et de la dose (Tableau 6). Soient 695 et 658 kg/ha pour Ta (50) et Ti (50) et 170.4 et 159.54 kg/ha pour Ta (40) et Ti (40) respectivement. En comparant tous ces traitements avec le TNT, on observe des différences significatives  $p=0,0001$  (Tableau 5). Harouna et al. (2019) en utilisant les extrait d'huile de Neem, ont obtenu des résultats semblables, à savoir 60 Kg/ha pour le témoin. Cette production a augmenté en fonction des traitements pour atteindre une valeur maximale de 310 kg/ha, ce qui correspondait à un taux de perte de 62 à 95% par rapport aux parcelles traitées. Ce ratio de perte imputable aux insectes n'est pas loin des pertes totales souvent rapportées par certains auteurs (Habiba, 2004; Talekar, 2006; Ahmed et al., 2009; Tonessia et al., 2009). L'action de ces insectes en cas de forte pullulation, combinée à d'autres paramètres biotique et abiotique (Voula et al., 2018) sont un frein l'épanouissement de la plante et du producteur au moyen modeste (Voula et al., 2020). Cette perte est aussi relative au poids des fruits et se traduirait par la dépréciation de la qualité des récoltes (Habiba, 2004; Talekar, 2006; Tonessia et al., 2009). L'huile de Neem a considérablement augmenté

le rendement obtenu à 980 kg/ha. Ces données démontrent les vertus du Neem comme pesticide tel que rapporté par plusieurs auteurs (Biswas, 2013 ; Campos et al., 2016). L'efficacité des extraits de graines de Neem contre de nombreux insectes a déjà été rapportée par plusieurs auteurs (Irulandi et Balasubramanian, 2000; Tanzubil, 2000; Oparaake, 2006). Gauvin et al. (2002) ont montré que l'azadirachtine, principale composante à propriétés insecticides des extraits de Neem est concentrée dans les huiles.

### Conclusion

Cette étude avait pour but de contribuer à l'amélioration des performances agronomiques de la tomate. Les résultats obtenus, ont montré que la tomate est très sensible aux attaques de différents ravageurs et maladies. Elle a besoin d'un suivi particulier et régulier pour avoir de meilleurs rendements en milieu naturel. La fréquence de traitements et la dose élevée permettent d'obtenir davantage de bons rendements. En outre, l'extrait de *Nicotiana tabacum* a présenté de meilleurs résultats que l'extrait de *Tithonia diversifolia* en termes de développement et de rendement à l'hectare. Car, il a permis de limiter l'expansion des insectes dans les parcelles de tomate. Ces résultats sont très satisfaisants et encourageants parce que les extraits de plantes utilisés sont faciles à obtenir et facile à utiliser. En plus, ces extraits sont respectueux de l'environnement. Au terme de cette étude, les perspectives suivantes se dégagent afin d'améliorer la production de la tomate dans la Région du centre Cameroun: Poursuivre les investigations sur les insectes nuisibles de tomate en fonction des saisons; évaluer les différentes méthodes de protection de la tomate contre les principaux insectes nuisibles rencontrés; vulgariser l'utilisation des extraits de plantes dans la lutte contre les insectes et maladies de la tomate; déterminer les métabolites secondaires contenus dans ces extraits de plantes ; puis, vérifier si certains métabolites responsables de

l'effet insecticide ne peuvent pas avoir un effet toxique sur l'Homme après avoir consommé ces tomates.

### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Dr EHABE, coordonnateur des essais de bioefficacité à l'IRAD. Dr Messi Ambassa lin Marcellin, Akoutou Mvondo Etienne et Manga Essouma François pour la relecture ainsi que le personnel du Laboratoire Central d'Entomologie de Nkolbisson pour leur accompagnement dans la réalisation de ce travail.

### REFERENCES

- Aghofack-Nguemezi J, Passannet AS, Tatchago V. 2015. 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**: 8413 – 8420.
- Akoutou ME, Ndo EGD, Ngo Bieng M-A, Ambang Z, Bella Manga, Cilas C, Tsouga Manga ML, Bidzanga Nomo L. 2019. Assessment of the interaction between the spatial organization of citrus trees populations in cocoa agroforests and *Phytophthora* foot rot disease of citrus severity. *AgroForestry Systems*, **93**(2) : 493-502. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0140-3>
- Bunani SPM. 2006. évaluation du potentiel de rendement en semences chez la tomate dans les conditions écologiques de l'Hinterland de Kinshasa. *Mémoire. Université de Kinshasa RDC* - Ingénieur agronome.
- Camara M, Mbaye AA, Samba SAN, Gueye T, Noba K, Diao S, Cilas C. 2013. Etude de la productivité et de la sensibilité de diverses variétés de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) à la virose du jaunissement et de l'enroulement en cueillère des feuilles au Sénégal.

- International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(6): 2504-25 12.
- Djéto-Lordon C, Alene DC, Reboul JL. 2007. Contribution à la connaissance des insectes associés aux cultures maraichères dans les environs de Yaoundé - Cameroun. *Cameroun Journal Biological and Biochemical Sciences*, **15**: 1-13.
- Eshun JF, Apori SO, Oppong-Anane K. 2011. Environmental system analysis of tomato production in Ghana. *African Crop Science Journal*, **19**(3) : 165 - 172.
- Gauvin M-J, Bélanger A, Nébié, Boivin G. *Azadirachta indica*: l'azadirachtine est-elle le seul ingrédient actif? *PHYTOPROTECTION*, **84**: 115-119.
- Habiba Y. 2004. Evaluation agronomique de quelques variétés de niébé pour la production de graines et des fanes et leur résistance aux principaux ennemis. Mémoire de Maîtrise, Université de Niamey, Niger, p. 32.
- Harouna MA, Baoua I, Lawali S, Tamò M, Amadou L, Mahamane S, Pittendrigh B. 2019. Essai comparatif de l'utilisation des extraits du Neem et du virus entomopathogène MaviNPV dans la gestion des insectes ravageurs du niébé en milieu paysan au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**(2): 950-961.
- Irulandi S, Balasubramanian G. 2000. Report on the effect of botanicals against *Megalurothrips distalis* K. (Triptidae: Thysanoptera) and *Lampides boeticus* Linn. (Lycaenidae: Lepidoptera) on greengram. *Insect Environment*, **5**(4): 175-176.
- Manal K, Mohammed A, Mohammed EB, Said B, Haiat E. 2017. Efficacité des extraits aqueux des plantes aromatiques et médicinales contre la pourriture grise de la tomate au Maroc. *Comptes Rendus Biologies*, **340**: 386–393.
- MASA. 2013. Rapport final situation de référence filières agricoles. Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire-Burkina Faso, 208p.
- Mohanty BK. 2003. Genetic variability, correlation and path coefficient studies in tomato. *Journal of Agriculture Research*, **37**: 68-71.
- Oparaeke AM. 2006. Effect of aqueous extracts of tropical plants for management of *Maruca vitrata* Fab. and *Clavigralla tomentosicollis* Stal. On cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. plants. *Journal of Entomology*, **3** (1): 70- 75.
- Rouamba A, Belem J, Tarpaga WV, Otoidobiga L, Ouedraogo L, Konaté YA, Kambou G. 2013. Itinéraires techniques de production des tomates d'hivernage FBT., INERA Farako-Bâ. 4p.
- Ryckewaert P, Fabre F. 2001. Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichère à la Réunion. Mauritius, AMAS; pp 99-103.
- Sando D, Abuya T, Asefa A. 2017. Methods used in prevalence studies of disrespect and abuse during facility-based childbirth: lessons learned. *Reprod Health*, **14**: 127p. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12978-017-0389-z>.
- Talekar N. 2006. Eléments de cours en défense des cultures: Pest management in soybean and cowpea cultivation. Treizième cours régional sur la recherche et la production des plantes légumières, 01 Juillet au 06 Octobre 2006 en Tanzanie, AVRDC, Arusha-Tanzania, p. 54.
- Tanzubil PB. 2000. Field evaluation of Neem, *Azadirachta indica* extracts for control of insect pests of cowpea in Northern Ghana. *Journal of Tropical Forest Products*, **6**(2): 165-172.
- Tonessia C, Wade M, Cissé N, Aké S. 2009. Caractérisation de *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke du Sénégal : Réactions de plusieurs cultivars de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *J. Apl. Biosc.*, **24**: 1462–1476. DOI:

- <http://www.m.elewa.org/JABS/2009/24/1.pdf>
- Tshibingu MR, Tatangolo MB, Musenge KD, Baboy LL, Mushambani MT. 2017. Amélioration du sol dégradé par l'apport d'engrais inorganique et évaluation de rendement du maïs (*Zea mays* L.) dans la province de Lomami, République Démocratique du Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(2): 816-827.
- Voula VA, Manga Essouma F, Messi Ambassa LM, Mahob JR, Begoude BAD. 2018. Impact of fungal infestation on dieback of cocoa in Cameroon. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **6**(5): 240-245.
- Voula VA, Fogang PK, Aléné CD, Manga Essouma F, Messi Ambassa LM, Tadu Z, Djiéto-Lordon C, Noé W. 2020. Influence of ants on colonies of *Diaphorina enderleini* Klimaszewski, 1964 (Hemiptera : Psyllidae) and *Hilda patruelis* Stål, 1855 (Hemiptera : Tettigometridae) living on *Vernonia amygdalina* Dellile in Yaoundé. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **8**:1462-1467.
- Weinberger K, Lumpkin TA. 2007. Diversification into Horticulture and Poverty Reduction: A Research Agenda. *World Development*, **3** (8): 1464-1480.
- Wendata AK. 2016. Etude de l'entomofaune de trois variétés de tomate (*Lycopersicum esculentum*) à l'Ouest du Burkina-Faso. Mémoire de fin de cycle présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural, 80p.