



Journal Homepage: [-www.journalijar.com](http://www.journalijar.com)

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/19414

DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/19414>



RESEARCH ARTICLE

EFFET COMPARÉ DES FERTILISATIONS ORGANIQUES ET MINÉRALES SUR LA PRODUCTION ET LA CONSERVATION DE LA TOMATE FRAICHE (*Solanum lycopersicum*L.) DANS LA PREFECTURE DE LA KOZAH AU TOGO

Dogan Tekpa^{1,2}, Atti Tchabi^{1,2}, Emmanuel Kombieni^{1,2}, Tiatou Souho^{1,3}, Essowèréou Abel Abli^{1,3} and Batcha Oudja^{1,3}

1. Centre d'Excellence en Protection Durable des Cultures, Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées, Université de Kara, BP. 404 Kara, Togo,
2. Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture, Université de Kara, Togo,
3. Facultés des Sciences et Techniques, Université de Kara, Togo.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 30 June 2024

Final Accepted: 31 July 2024

Published: August 2024

Key words:-

Tomato, Organic and Mineral Fertilizer, Yield, Conservation, Togo

Abstract

The tomato (*Solanum lycopersicum*) is a crucial vegetable for human nutrition and an important source of income for farmers. In response to increasing demand, producers increasingly use chemical inputs, raising serious health and environmental concerns. As a perishable fruit, the tomato rapidly deteriorates after ripening, making preservation a major challenge. To promote sustainable production and conservation, a study was conducted at the agricultural experimental station of the University of Lomé, located at Tchitchao, in the Kara region of Togo. The study assessed the effects of four types of fertilizers on agronomic parameters and the shelf life of two tomato varieties - ANAYA and MONA. A randomized block design was employed, with five treatments: SR1 GOLD, poultry manure, compost, NPK, and a control. The results indicate that poultry manure significantly enhances the growth, yield, and conservation of tomatoes compared to the other treatments. The application of 20 t/ha of poultry manure increased production by 86.67% for the MONA variety and 65.11% for the ANAYA variety compared to the control. Additionally, the manure extended the shelf life by two weeks for MONA and one week for ANAYA, compared to the NPK treatment, under ambient conditions. Under refrigerated storage, tomatoes treated with poultry manure exhibited the lowest rate of spoilage up to the tenth week, suggesting that poultry manure is a viable alternative for improving both the production and preservation of tomatoes.

Copyright, IJAR, 2024. All rights reserved.

Introduction:-

La tomate (*Solanum lycopersicum* L) est un légume important dans de nombreuses cuisines à travers le monde, en Afrique et au Togo en particulier. Sa popularité tient à sa polyvalence culinaire, sa riche saveur et sa contribution nutritionnelle. La tomate est une source précieuse de vitamines C et B6, de potassium, de magnésium (NIH, 2021) ainsi que de fibres alimentaires, qui favorisent la santé digestive et la régulation de la glycémie (Anderson et Williams, 2009). Outre son importance nutritionnelle, la tomate représente une source de revenus significative pour

Corresponding Author:-Emmanuel Kombieni

Address:-Centre d'Excellence en Protection Durable des Cultures, Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées, Université de Kara, BP. 404 Kara, Togo.

Email: emmanuelkomb@gmail.com

les ménages et les agriculteurs à travers le monde (FAO, 2020). Toutefois, pour répondre à la demande croissante d'une population en expansion, les agriculteurs sont confrontés à un défi majeur : maximiser les rendements tout en préservant la qualité des tomates pour la consommation. Le recours aux intrants chimiques, tels que les engrais et pesticides, pour relever ce défi, pose des problèmes de santé des sols et de pollution de l'environnement (Pretty, 2008). De plus, ces intrants deviennent de plus en plus coûteux et ne sont pas toujours accessibles aux petits exploitants. En outre, la conservation des tomates est un défi majeur en raison de leur forte teneur en eau qui les rend périssable. Les tomates sont souvent conservées en boîtes de conserve, mais cette méthode peut altérer la qualité du produit final et présenter des risques pour la santé. Par exemple, l'Association Togolaise des Consommateurs (ATC) et l'Organisation pour l'Alimentation et le Développement Local (OADEL), en partenariat avec l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), ont mené des analyses sur les concentrés de tomates importés au Togo, révélant que 62% de ces produits contiennent une forte teneur en plomb, nocif pour la santé (AGRATIME, 2021). La conservation naturelle des tomates pourrait offrir une alternative plus sûre pour maintenir leur qualité. Face à ces contraintes, il est impératif de se tourner vers une agriculture durable, en améliorant les pratiques culturales qui conduisent à une augmentation de la productivité et à une meilleure conservation de la tomate. Dans ce contexte, les fertilisants organiques sont valorisés pour leur capacité à améliorer la structure du sol et à fournir les éléments nutritifs équilibrés aux plantes. Les études ont démontré que les fertilisants organiques, tels que la fiente de volaille, peuvent améliorer la croissance, le rendement, et la qualité des tomates par rapport aux engrais minéraux. Par exemple, Ghosh et al. (2008) ont souligné que les fertilisants organiques enrichissent la structure du sol et augmentent la rétention d'eau, favorisant ainsi des rendements plus élevés. Srinivasan et al. (2015) ont confirmé que les fertilisants organiques conduisent à des améliorations significatives du rendement et de la qualité des tomates, tandis que Jat et al. (2017) ont montré que la fiente de volaille est particulièrement efficace pour améliorer la croissance et la qualité des tomates. La bonne nutrition des plantes peut renforcer la résistance des plantes aux maladies. Or, une meilleure santé des plantes peut se traduire par une meilleure conservation des fruits après récolte (Havlin et al., 2014 ; Gómez et al., 2019). La présente étude vise à comparer les effets des fertilisants organiques et minéraux sur le rendement et la conservation des tomates produites dans la préfecture de la Kozah, au Togo. Plus spécifiquement, elle examine l'impact de divers fertilisants, tels que NPK, fiente de volaille, compost, et SRI GOLD, sur la production et le temps de conservation des tomates fraîches. L'objectif est d'identifier le type de fertilisant qui optimise à la fois la production et le temps de conservation des fruits, contribuant ainsi à une agriculture plus durable et à une meilleure qualité des tomates.

Matériel et Méthodes:-

Milieu d'étude

L'étude a été conduite en conditions de champ à la Station d'Expérimentations Agronomiques de Tchitchao (SEAT) dans la région de la Kara, de mai à août 2023. Le site expérimental est situé dans la préfecture de la Kozah, à une latitude Nord de 9°37'2.968" et une longitude Est de 1°6'51.645". Le climat y est subtropical soudanien, caractérisé par une saison des pluies d'avril à novembre et une saison sèche de décembre à mars. La température moyenne annuelle est de 26,9°C, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1048,9 mm. Le sol, de type squelettique, est peu profond et relativement pauvre. Les travaux de laboratoire se sont déroulés d'août à octobre 2023 au Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées (LASABA) de l'Université de Kara.

Matériel végétal

Deux variétés de tomates, F1 MONA et F1 ANAYA, achetées auprès de la société Togosem à Kara, ont été utilisées pour l'étude.

Les fertilisants utilisés

Le compost a été obtenu à Niamtougou (Togo) auprès de la société Ecolab, tandis que le fumier provient de la section aviaire de la SEAT. Le fertilisant minéral de synthèse est un engrais composé NPK15:15:15 acquis auprès de CAGIA Togo. Le biofertilisant SRI GOLD utilisé contient de l'*Azospirillum*, de l'*Acetobacter*, du *Bacillus megaterium*, de l'acide humique, de la protéine de soja, du lignite, de la poudre de talc, de la bentonite, ainsi que du NPK12:11:12.

Pesticide

Le bio-insecticide FIXIT-GA (Azadirachtine) a été utilisé pour protéger les cultures contre les ravageurs.

Mise en place de l'essai

La pépinière a été réalisée dans des alvéoles, et les jeunes plants ont été repiqués un mois plus tard sur des planches. Le dispositif expérimental adopté est celui en bloc aléatoire avec 5 traitements répétés 3 fois. Chaque unité expérimentale se compose d'une planche de 5 m² (1 m x 5 m), sur laquelle sont repiqués 16 plants de tomate, suivant un schéma de plantation (0,5 m x 0,6 m). Les allées entre les planches et les blocs mesurent 0,5 m. Deux semaines avant le repiquage, les planches qui avaient été choisies pour être traitées avec la fiente de volaille et le compost ont reçu l'apport en fumure de fond à la dose de 20t/ha. Deux semaines après le repiquage ce fut l'apport de NPK15:15:15 et du biofertilisant granulé SR1 GOLD à des doses de 8gpar plant.

Evaluation des effets des fertilisants sur les paramètres de croissance et de production de la tomate

Les hauteurs des plants et le nombre de bourgeons floraux ont été déterminés sur un échantillon de 10 plants choisis au hasard par planche, un mois après le repiquage à l'apparition des premiers bourgeons floraux. La circonférence des fruits a été prise à l'aide d'un mètre ruban et le poids des fruits a été mesuré à l'aide de la balance électronique LCD CUISINE de précision de 1g.

Evaluation des effets des fertilisants sur la durée de conservation de la tomate

Pour évaluer l'effet des différents fertilisants sur la durée de conservation de la tomate, 30 fruits sains par traitement ont été conservés selon deux méthodes : à l'air ambiant et par réfrigération. Une observation a été réalisée tous les trois jours, et les fruits pourris ont été dénombrés et évacués.

Détermination des caractéristiques biochimiques des fruits de tomates

La teneur en eau est déterminée selon la méthode AOAC (1980). Les cendres brutes sont obtenues par incinération de l'échantillon. Il s'agit donc de brûler toute la matière organique de l'échantillon. L'azote total est dosé suivant la méthode de Kjeldahl (Rodier, 2009). Les sucres totaux sont déterminés selon la méthode de Dubois et al. (1956). Le titrage de l'acide ascorbique a été fait par une méthode d'oxydoréduction indirecte avec une quantité de diode (I₂) en excès (Ranganna, 1986). La vitamine C est mise en réaction avec l'I₂ dont l'excès est dosé avec une solution de thiosulfate de Sodium en présence d'empois d'amidon et l'acide phosphorique. Les sels minéraux totaux sont obtenus par agitation d'une masse (m_c=10g) de cendre dans 100ml d'eau distillée. Cette agitation entraîne la dissolution de tous les sels solubles dans l'eau. Après agitation, le mélange est filtré et le filtrat est évaporé à 105°C pendant 24h. Soit m_{st}(g) la masse des sels totaux après l'étuvage. La teneur des sels minéraux totaux est calculée par la formule suivante : $T_{st}(\%) = (m_{st} \times 100) / m_c$. La teneur en lipides a été déterminée selon la méthode décrite par l'AFNOR (1986), utilisant le Soxhlet comme extracteur. Cette détermination se base sur la solubilité des matières grasses dans les solvants organiques apolaires. La valeur énergétique est calculée à travers la relation suivante : $E \text{ (kcal)} = 9Tl + 4Tg + 4Tp$.

Analyse statistique des données

Les données ont été enregistrées dans le logiciel Excel et analysées par le logiciel statistique SAS (SAS, 2005). Les données ont été transformées par la fonction $X' = \log(X+1)$. L'analyse des variances ANOVA (PROC GLM) a été utilisée pour comparer les moyennes et le test de séparation des moyennes de Student-Newman-Keuls a été appliqué au seuil de 5 %.

Résultats:-

Caractéristiques physicochimiques du sol et des fertilisants

Les résultats de l'analyse physicochimique présentés dans le tableau 1, montrent que les teneurs en carbone, en azote et en phosphore sont très élevées au niveau de la fiente de volaille en comparaison au compost et le sol qui a présenté les faibles teneurs.

Effets des fertilisants sur la production de la tomate

La Figure 1 représente l'effet des traitements sur la production moyenne cumulée croissante de tomate de la variété MONA. Les résultats montrent que la fiente a permis d'obtenir significativement la meilleure production à toutes les dates de récoltes (7484,32 g à la 6e récolte) en comparaison au SR1 GOLD (1723,54 g à la 6e récolte), compost (1653,83g à la 6e récolte), le NPK (348,45 g à la 6e récolte) et le témoin (1088,73 à la 6e récolte) qui ont induit des productions identiques statistiquement (p<0,005). Les productions moyennes ont varié de 793,33 à 6335 g à la dernière récolte.

Les résultats de l'étude de l'effet des traitements sur la production de la variété ANAYA montrent que la fiente de volaille a permis d'obtenir les meilleures récoltes à toutes les dates (Figure 2) mais les tests statistiques ne révèlent aucune différence significative entre les traitements à toutes les dates de récoltes ($p > 0,05$). Alors que le compost a donné les meilleures productions que le SR1 GOLD aux deux premières récoltes, le contraire a été observé lors des deux dernières récoltes avec une production plus importante au niveau des traitements SR1 GOLD. Le témoin et le NPK ont enregistré des productions moins importantes que les autres fertilisants à toutes les dates de récoltes. Les productions moyennes ont varié de 407,33 g à 1400 g à la dernière récolte.

Effets des fertilisants sur la hauteur et le nombre de bourgeons des plants de tomate

La différence entre les hauteurs des plants des différents fertilisants a été significative (Tableau 2). Les hauteurs des plants fertilisés avec les engrais organiques (fiente de volaille et compost) étaient significativement plus élevées que celles des plants témoins. En moyenne, la hauteur des plants fertilisés avec la fiente de volaille était de 56 cm pour MONA et 63 cm pour ANAYA, contre respectivement 33 cm et 35 cm pour le témoin. Le nombre de bourgeons floraux a significativement varié entre les traitements ($p = 0,0005$). Les plants amendés avec la fiente de volaille ont présenté des densités moyennes de bourgeons floraux les plus élevées, de 25 et 22 respectivement pour les variétés MONA et ANAYA.

Les résultats de l'analyse de variance des quantités de fruits produits (Tableau 3) montrent une différence significative entre les traitements avec des densités plus élevées au niveau des parcelles amendées pour les variétés MONA ($p = 0,0005$) et ANAYA ($p < 0,0001$). Alors que la variété MONA a présenté une densité de fruits tachetés élevée significativement ($p = 0,0002$), il n'y a pas de différence significative entre les traitements au niveau de la variété ANAYA pour les densités de fruits tachetés ($p = 0,0648$). Pour les densités de fruits pourris sur les plants, les résultats n'ont révélé aucune différence significative entre les traitements pour les deux variétés ($p > 0,1$).

Evaluation des Effets des fertilisants sur la grosseur des fruits de tomate

Les résultats présentés à la Figure 3 montrent que la fiente a permis d'obtenir les plus gros fruits, suivie du compost. Par contre il n'y a pas de différence significative entre le témoin, SR1 GOLD, et le NPK qui ont donné les fruits de faibles grosseurs.

La Figure 4 illustre l'effet des différents traitements sur la grosseur des fruits de tomate de la variété ANAYA. Les résultats montrent que les gros fruits sont obtenus au niveau des traitements avec la fiente suivie du compost et de SR1 GOLD. Le Témoin et le NPK ont enregistré les faibles circonférences des fruits.

Caractéristiques biochimiques et nutritionnelles des fruits de tomate

Les fertilisants organiques ont permis d'avoir les meilleurs teneurs en vitamine C au niveau les deux variétés par rapport au témoin et aux autres fertilisants chimiques (Tableau 4). Le NPK a permis d'avoir une meilleure teneur en Protéines que le témoin et les autres fertilisants (0,86% pour les deux variétés).

Effets de fertilisants sur la durée de conservation

L'étude a révélé que les fruits de tomate produits avec les fertilisants organiques, en particulier la fiente de volaille, se conservent plus longtemps que ceux obtenus avec les fertilisants minéraux (Figure 3). En effet, à température ambiante, les fruits provenant des plants fertilisés avec la fiente de volaille ont été conservés en bon état pendant 14 jours, contre 10 jours pour les fruits fertilisés avec du compost, et seulement 7 jours pour ceux provenant des plants fertilisés avec du NPK. En réfrigération, les fruits produits avec la fiente de volaille ont montré un taux de pourriture plus faible que les autres, restant frais jusqu'à la dixième semaine (Figure 3).

Discussion:-

L'exploitation intensive des sols engendre des problèmes de dégradations des terres cultivables conduisant à une réduction de production végétale (Lal, 2004). La matière organique (fumier et des composts) se présente comme une composante essentielle du processus de restauration et d'amélioration de la fertilité chimique et biologique des sols dans une approche durable de l'agriculture (Masse et al. 2006 ; Khalid Hamden et Fadni, 2010 ; Zelem, 2011).

La présente étude a montré que l'effet des différents fertilisants sur la hauteur des plants de tomate a été significatif pour les variétés MONA et ANAYA. Les hauteurs des plants fertilisés avec les fertilisants organiques (fiente de volaille et compost) étaient significativement plus élevées que celles des plants témoins. Ces résultats sont en accord avec ceux de Frimpong et al. (2015), qui ont rapporté une augmentation significative de la hauteur des plants de

tomate fertilisés avec des engrais organiques. Cette augmentation peut être due à l'amélioration de la structure du sol, de la rétention d'eau et de la disponibilité des nutriments essentiels tels que l'azote, le phosphore et le potassium (Anam et al., 2017 ; Coulibaly et al., 2022). Le poids moyen des fruits récoltés était significativement plus élevé pour les plants fertilisés avec de la fiente de volaille que pour ceux traités avec les autres fertilisants. En moyenne, le poids des fruits par planche était de 7,5 kg pour la variété MONA et de 1,4 kg pour la variété ANAYA avec la fiente de volaille, contre respectivement 0,8 kg et 0,4 kg pour le témoin. Ces résultats corroborent ceux de Yusuf et al. (2019), qui ont montré que l'application de fertilisants organiques améliore la production de biomasse végétale et le rendement en fruits chez la tomate. L'augmentation du poids des fruits pourrait être attribuée à une meilleure disponibilité des nutriments, à l'amélioration de l'activité microbienne du sol, et à la capacité des fertilisants organiques à libérer progressivement les nutriments, assurant ainsi une nutrition continue des plants de tomate (Mukhongo et al., 2017 ; Hitha et Linu 2021). Cette bonne nutrition des plantes peut conduire à des fruits de meilleure qualité avec des niveaux plus élevés de nutriments et des propriétés organoleptiques supérieures (Havlin et al., 2014). Une meilleure santé des plantes peut se traduire par une meilleure conservation des fruits après récolte. L'étude montre également que la détérioration des fruits lors de la conservation en condition ambiante ou par réfrigération a été significativement plus lente pour les tomates issues des plants fertilisés avec de la fiente de volaille, en comparaison avec les autres traitements. Ces résultats confirment ceux de plusieurs études (Liu et al. 2013 ; Kumar et al., 2017 ; Adekiya et al., 2020), qui ont rapporté que les fertilisants organiques améliorent la qualité post-récolte des fruits et prolongent leur durée de conservation en raison de leur effet positif sur la teneur en antioxydants et en composés phénoliques. L'utilisation d'engrais organiques peut renforcer la résistance des plantes aux maladies en favorisant une microflore du sol bénéfique (Gomez et al., 2019). Les tomates issues d'engrais de synthèse peuvent présenter une sensibilité accrue à la dégradation post-récolte, due à un déséquilibre nutritionnel et à une éventuelle accumulation de substances chimiques qui peuvent altérer les propriétés des fruits (Zhao et al., 2018). En outre, l'étude a montré qu'en conservation ambiante, les fruits pourrissent plus rapidement qu'en conservation des fruits par réfrigération. En effet, la réfrigération réduit la température des tomates, ce qui ralentit les processus métaboliques tels que la respiration et la maturation. Cela ralentit la dégradation des composants nutritifs et prolonge la durée de conservation (Kader, 2002 ; Guerra et al., 2020). De plus, les températures plus basses inhibent la croissance des micro-organismes pathogènes qui peuvent provoquer la détérioration des fruits (Agar et al., 2020). A des températures plus basses, les tomates conservent mieux leur texture et leur saveur, car la réfrigération aide à maintenir l'équilibre de l'humidité et à éviter la perte de fermeté (Feng et al., 2021).

Conclusion:-

Les résultats de cette étude montrent que la fiente de volaille est le fertilisant le plus efficace pour améliorer la croissance, le rendement, et la durée de conservation des tomates dans la région de la Kara au Togo. L'application de 20 t/ha de fiente de volaille a permis d'augmenter significativement la production de tomates des variétés MONA et ANAYA et de prolonger leur durée de conservation en condition ambiante et en réfrigération. Ces résultats suggèrent que l'utilisation de la fiente de volaille pourrait constituer une alternative durable et économique aux fertilisants chimiques pour les producteurs de tomates dans les zones rurales du Togo. Des recherches futures devraient se concentrer sur l'optimisation des doses de fertilisants organiques et sur leur impact à long terme sur la qualité des sols et la productivité des cultures.

Remerciements:-

Les auteurs tiennent à remercier les autorités universitaires de l'Université de Kara pour avoir fourni le cadre idéal pour la conduite de ce travail de recherche.

Conflits d'intérêts :

Les auteurs n'ont aucun intérêt concurrent, que ce soit pour le travail de recherche réalisé ou pour les données pertinentes au présent manuscrit.

Déclaration de financement :

Ce travail a été réalisé sous fond propre.

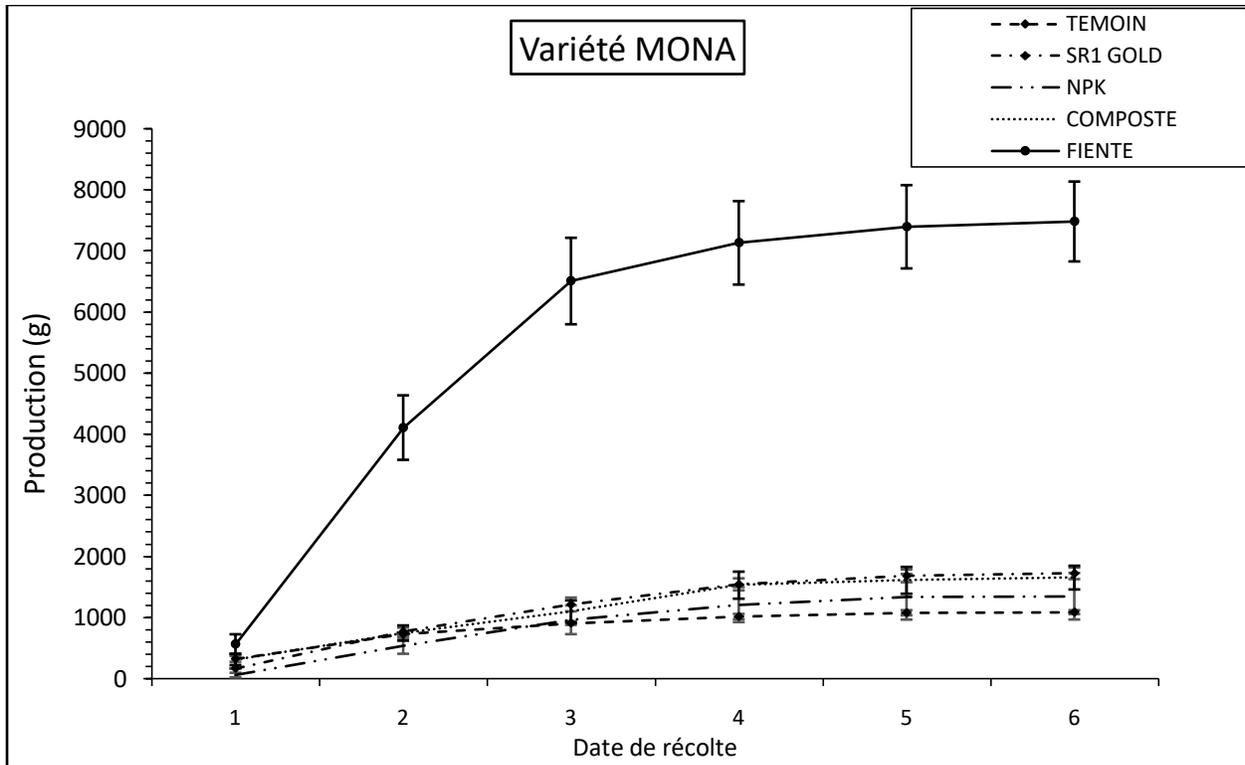


Figure 1:- Effet des traitements sur la production moyenne cumulée de tomates de la variété MONA.

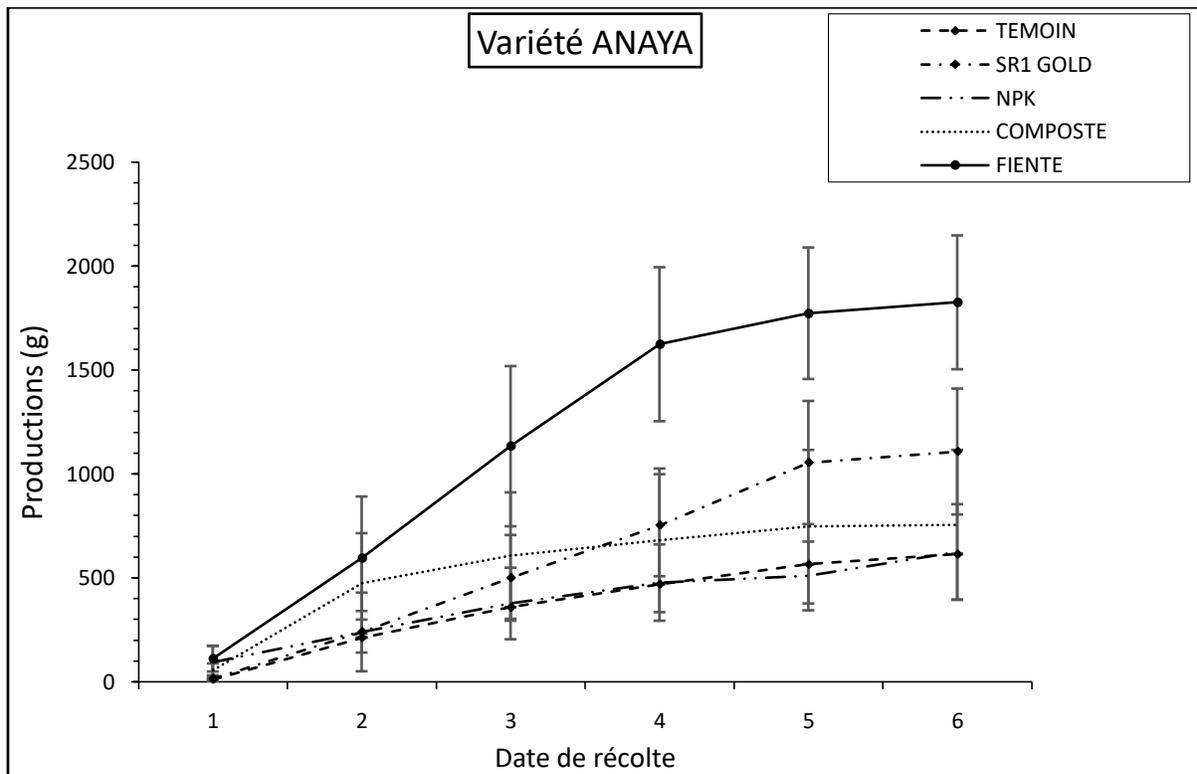


Figure 2:- Effet des traitements sur la production moyenne cumulée de tomates de la variété ANAYA.

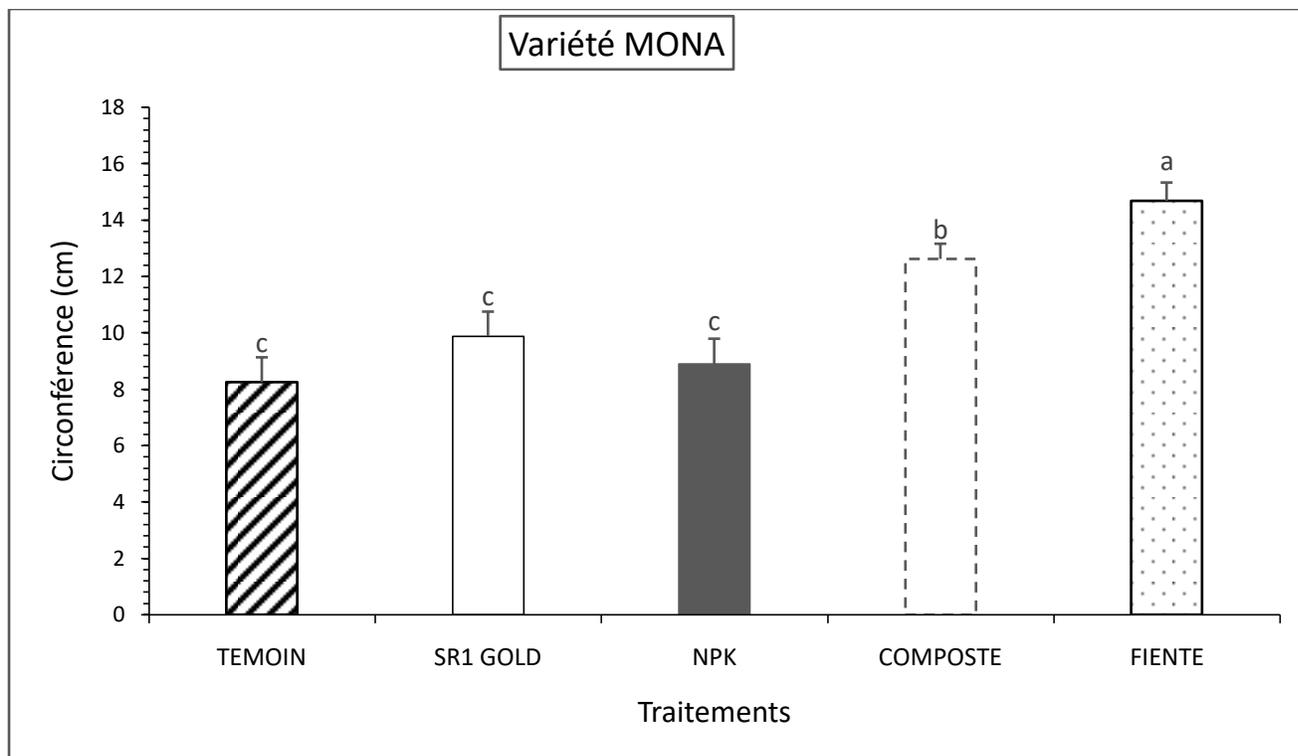


Figure 3:- Effet des traitements sur la circonférence des fruits de tomate de la variété MONA.

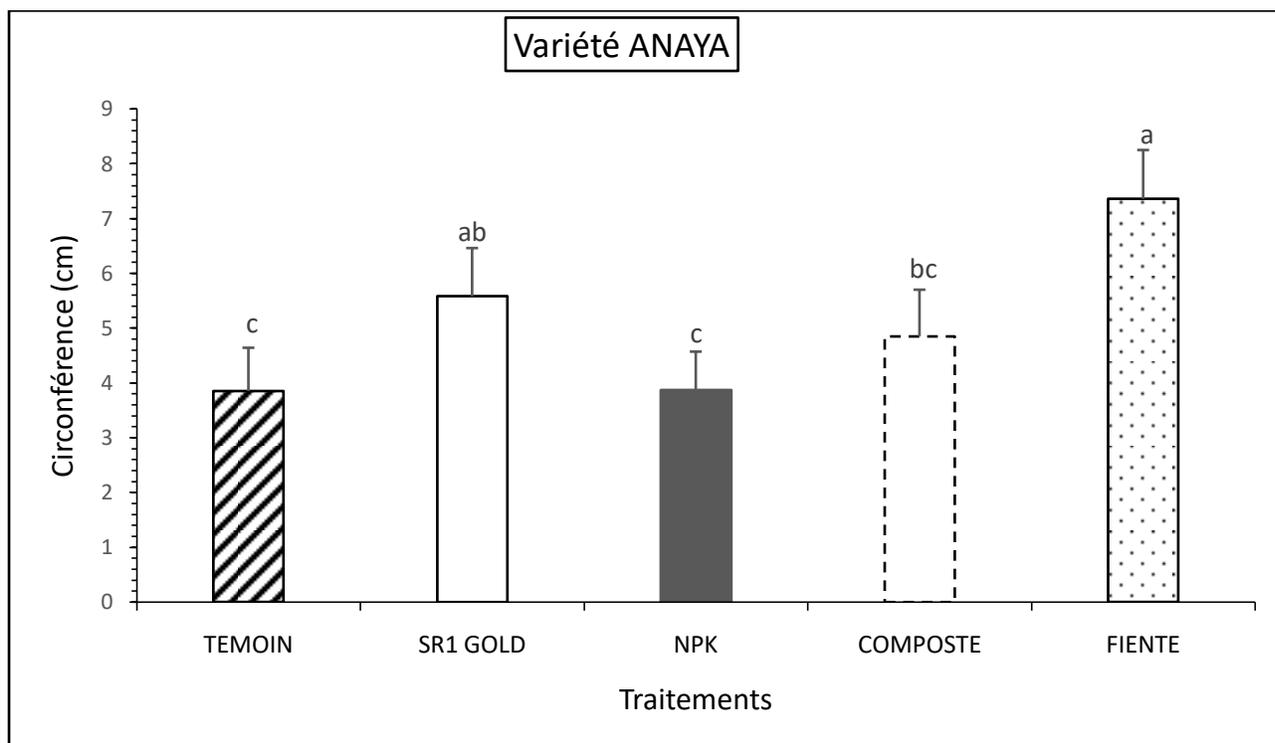


Figure 4:- Effet des traitements sur la circonférence des fruits de tomate de la variété ANAYA.

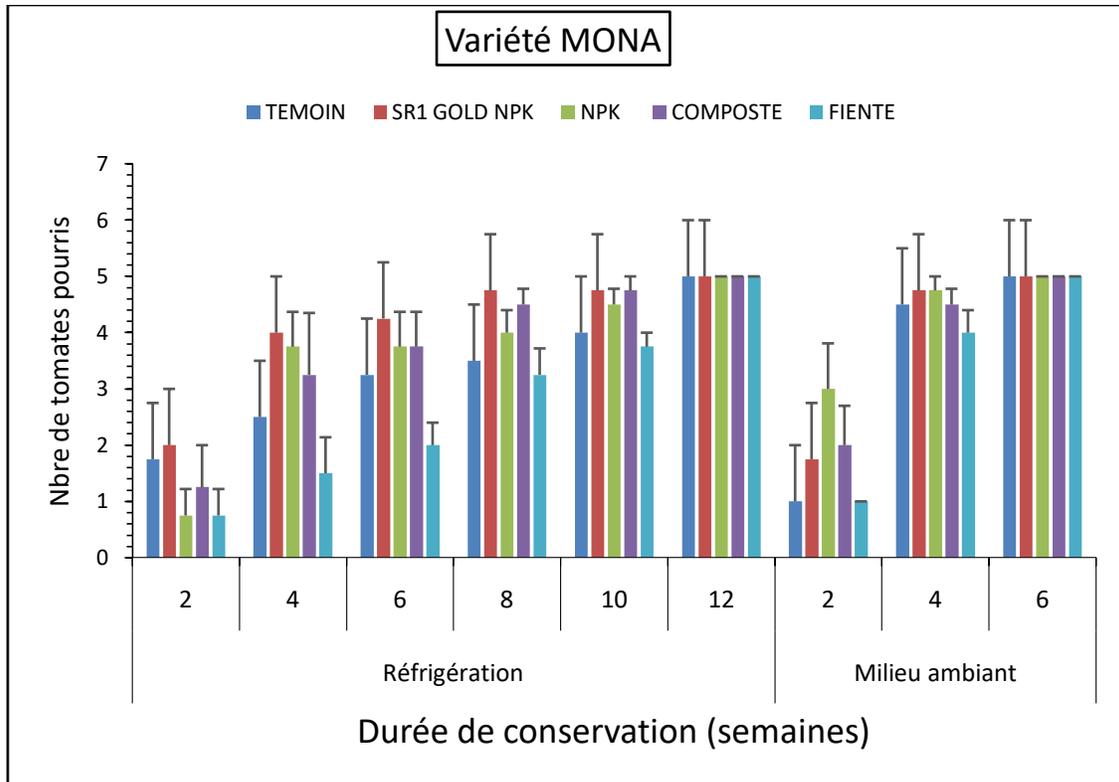


Figure 5:- Effet des traitements sur les quantités cumulées de pourriture de tomates de la variété MONA en conservation par réfrigération et en milieu ambiant.

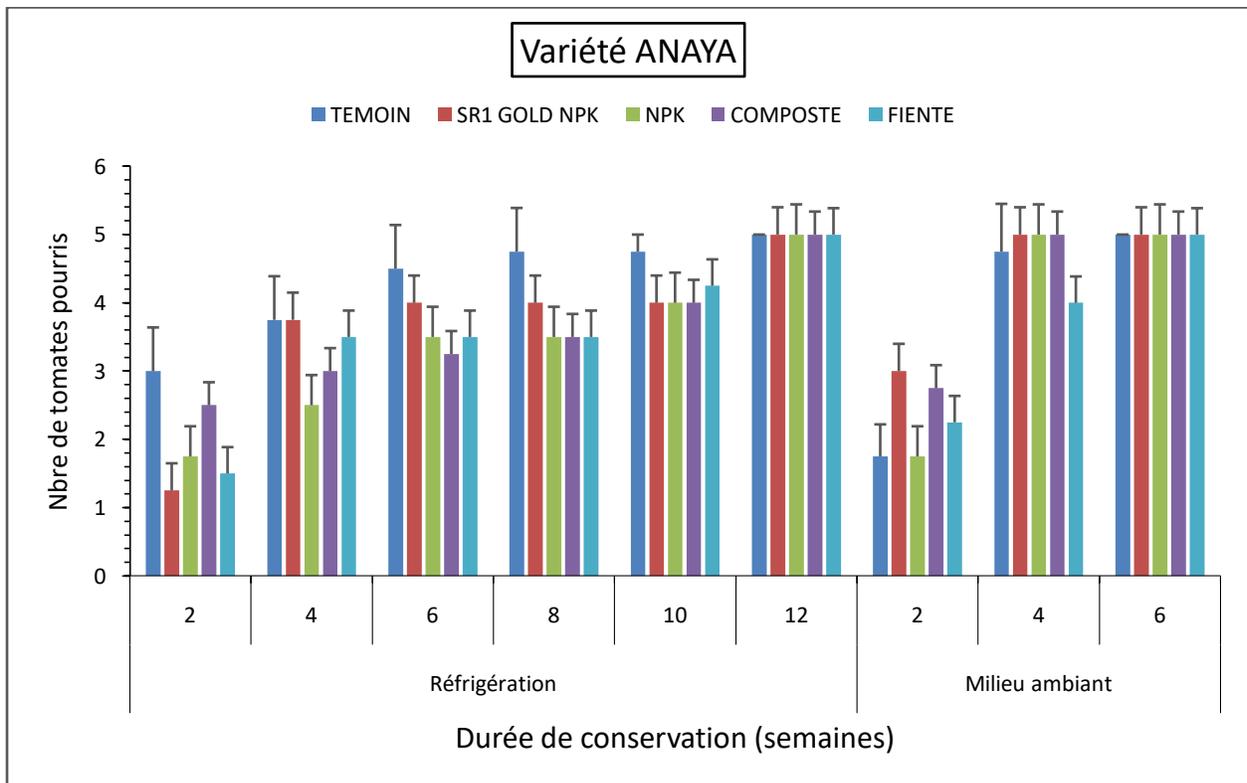


Figure 6:- Effet des traitements sur les quantités cumulées de pourriture de tomates de la variété ANAYA en conservation par réfrigération et en milieu ambiant.

Tableau 1:- Caractéristiques physico- chimiques du sol ; du compost et de la fiente utilisés pour l'expérimentation.

Echantillons	Carbone (%)	Azote (mg/kg)	Phosphore (mg/kg)
Sol	0,226	72,48	0,65
Compost	1,565	86,71	89,74
Fiente	1,783	654,84	1027,89

Tableau 2:- Hauteur et nombre de bourgeons floraux (Moyenne \pm erreur standard) des plants de tomates en fonction des traitements.

Variété	Traitement	Hauteur des plants (cm)	Nombre de bourgeons floraux
MONA	Témoin	35,26 \pm 2,28 ba	16,10 \pm 2,41 ba
	SR1 GOLD NPK	35,83 \pm 1,87 bc	8,10 \pm 1,08 bc
	NPK	31,43 \pm 1,47 b	7,00 \pm 1,21 b
	Compost	33,60 \pm 1,80 bc	9,60 \pm 1,36 bc
	Fiente	44,26 \pm 2,30 a	25,30 \pm 3,96 a
	P	0.0005	0,0005
	F	5.35	5,35
ANAYA	Témoin	28,46 \pm 2,08 b	7,73 \pm 1,47 b
	SR1 GOLD	26,90 \pm 2,13 b	6,10 \pm 1,58 b
	NPK	27,23 \pm 2 b	7,53 \pm 1,60 b
	Compost	36,16 \pm 1,73 b	9,06 \pm 1,21 b
	Fiente	41,90 \pm 1,84 a	22,66 \pm 3,70 a
	P	<.0001	<.0001
	F	6.68	6,68

Les valeurs moyennes suivies des lettres minuscules différentes dans la même colonne pour une variété donnée, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 3:- Productivité moyenne en fruits par plant, nombre de fruits tachetés, nombre de fruits pourris par traitements.

Variété	Traitement	Nombre de fruits par plant	Nombre de fruits tachetés par plant	Nombre de fruits pourris par plant
MONA	Témoin	3,93 \pm 0,49 b	2,36 \pm 0,38 b	0,36 \pm 0,17 a
	SR1 GOLD	3,96 \pm 0,43 b	2,70 \pm 0,51 b	0,13 \pm 0,07 a
	NPK	4,46 \pm 0,54 b	2,80 \pm 0,45 b	0,26 \pm 0,08 a
	Compost	4,70 \pm 0,38 b	3,33 \pm 0,37 b	0,46 \pm 0,14 a
	Fiente	16,33 \pm 1,83 a	8,73 \pm 1,72 a	0,86 \pm 0,34 a
	P	<0,0001	0,0002	0,1691
	F	20,54	5,92	1,63
ANAYA	Témoin	1,76 \pm 0,41 b	0,73 \pm 0,32 a	0,06 \pm 0,04 a
	SR1 GOLD	1,93 \pm 0,40 b	0,73 \pm 0,29 a	0,03 \pm 0,03 a
	NPK	2,13 \pm 0,48 b	0,53 \pm 0,22 a	0,26 \pm 0,17 a
	Compost	1,76 \pm 0,31 b	0,36 \pm 0,12 a	0,03 \pm 0,03 a
	Fiente	5,13 \pm 1,05 a	1,46 \pm 0,38 a	0,13 \pm 0,09 a
	P	0,0463	0,0648	0,5039
	F	2,48	2,27	0,84

Les valeurs moyennes suivies des lettres minuscules différentes dans la même colonne pour une variété donnée, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 4:- Caractéristiques biochimiques et nutritionnelles des fruits de tomate à la récolte.

Variété	Traitement	Eau (%)	Matière sèche (%)	Cendre (%)	Vitamines C (mg)	Sucre totaux (%)	Protéines (%)
ANAYA	Témoin	89,53	10,47	0,15	7,99	2,55	0,61
	SR1 GOLD	95,02	4,98	0,04	7,93	3,30	0,63
	NPK	88,14	11,86	0,18	8,06	5,57	0,86

	Compost	81,14	18,86	0,17	8,12	3,44	0,62
	Fiente	92,06	7,94	0,10	8,12	2,59	0,85
MONA	Témoin	95,71	4,96	0,05	8,08	2,91	0,42
	SR1 GOLD	95,69	4,31	0,15	8,19	4,00	0,64
	NPK	95,71	4,29	0,04	8,04	3,06	0,86
	Compost	94,99	6,88	0,15	8,37	2,89	0,82
	Fiente	94,44	5,56	0,10	8,12	3,11	0,63

Références:-

- Adekiya, A. O., Agbede, T. M., Aboyeji, C. M., Dunsin, O. and Ugbe, J. O. (2020). Green manures and NPK fertilizer effects on soil properties, growth, yield, mineral and vitamin C composition of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientific Reports*, 10(1), 1-10. DOI: 10.1038/s41598-020-76468-4.
- AOAC (1980). *Official Methods of Analysis*. 13th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA
- AFNOR (1986). *Recueil de normes françaises : Corps gras, graines oléagineuses, produits dérivés*. 2e édition, AFNOR, Paris, France.
- Agar, I. T., Weng, S. and Schlenker, E. (2020). Impact of Refrigeration on Microbial Safety and Shelf Life of Tomatoes. *Food Control*, 114, 107-115.
- AGRATIME (2021). "Danger des concentrés de tomates importés au Togo." [Online] Available at: www.agratime.tg
- Anderson, J.W. and Williams, D.S. (2009). Fiber intake and glycemic control: A review. *Diabetes Educator*, 35(3), 360-367.
- Anam, M., Ahsan, M. and Raza, M. S. (2017). Effect of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in a sandy loam soil. *Journal of Plant Nutrition*, 40(10), 1455-1466. DOI: 10.1080/01904167.2016.1262408.
- Coulibaly, A., Ouédraogo, J., Nacro, S. R. and Serme, I. (2022). Effets des fertilisants organiques sur la production de la tomate et les paramètres chimiques du sol au Centre Nord du Burkina Faso. *Afrique SCIENCE* 21 (4), 10-27.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356. DOI: 10.1021/ac60111a017.
- FAO, 2020. *Global Tomato Production Statistics*. Available online: http://www.fao.org/ (accessed on 10 March 2023).
- Feng, Y., Wang, H., and Zhang, S. (2021). Effects of Refrigeration on Tomato Quality and Shelf Life. *Postharvest Biology and Technology*, 171, 112080.
- Frimpong, K. A., Amoakwah, E. and Quainoo, A. K. (2015). The effects of organic manure and NPK fertilizer on the growth and yield of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in a forest-savanna transition zone. *African Journal of Agricultural Research*, 10(23), 2411-2415. DOI: 10.5897/AJAR2015.9926.
- Gavlak, R. G., Horneck, D. A. and Miller, R. O. (2005). *Soil, plant, water, and fertilizer analysis* (No. Ed. 3). University of Florida.
- Goméz, M. I., Córdova, G. A. and Arguello, G. L. (2019). Effect of Organic Fertilizers on Soil Microbial Communities and Tomato Growth. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19(4), 752-762.
- Ghosh, P. K., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K. K., Tripathi, A. K., Hati, K. M., Misra, A. K., Acharya, C. L. and Pathak, H. (2008). Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. *Bioresource Technology*, 99(18), 8161-8170. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.03.051.
- Guerra, J. R., Casquero, P. A., & Sánchez, C. (2020). Effects of refrigeration on quality attributes of tomato fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 163, 111116. [DOI: 10.1016/j.postharvbio.2020.111116](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111116).
- Hamden, K. and Fadni, H. (2010). Effect of organic and inorganic fertilizers on the growth, yield, and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in a semi-arid region. *Journal of Agricultural Research*, 48(1), 15-25.
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L. and Beaton, J. D. (2014). *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. Pearson Education.
- Hitha, P. and Linu, M. N. (2021). Impact of organic manures and biofertilizers on growth, yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(4), 2674-2681. DOI: 10.20546/ijemas.2021.1004.301.

20. Jat, R. A., Shah, S. R., Patel, P. M. and Patel, B. K. (2017). Effect of poultry manure and chemical fertilizers on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *International Journal of Vegetable Science*, 23(2), 162-174. [DOI: 10.1080/10509585.2017.1295284](https://doi.org/10.1080/10509585.2017.1295284).
21. Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California, Agriculture and Natural Resources.
22. Kumar, M., Baishya, L. K., Ghosh, M. and Choudhury, B. (2017). Effect of organic and inorganic sources of nutrients on yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under protected cultivation. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(8), 1085-1089.
23. Lal, R. (2004). "Impacts de la séquestration du carbone dans le sol sur le changement climatique mondial et la sécurité alimentaire." *Sciences*, 304(5677), 1623-1627. DOI : 10.1126/science.1097396
24. Liu, H., Zhang, X. and Zhang, D. (2013). Organic farming enhances the quality and antioxidant properties of tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(7), 1489-1497. [DOI: 10.1021/jf304211z](https://doi.org/10.1021/jf304211z).
25. Masse, D., Croteau, F., Masse, L. and Bilodeau, S. (2006). The fate of manure nitrogen in swine slurry applied to forage crops in Eastern Canada. *Canadian Journal of Soil Science*, 86(4), 659-667. DOI: 10.4141/S05-106.
26. Mukhongo, R. W., Ayuke, F. O., Karanja, N. K. and Othieno, C. O. (2017). The role of organic and inorganic inputs in the sustainable management of soil fertility and crop production in Kenya. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 248, 9-20. DOI: 10.1016/j.agee.2017.07.003.
27. NIH, 2021. Nutritional Information on Tomatoes. Available online: https://www.nih.gov/ (accessed on 15 March 2023)
28. Pretty, J. (2008). "Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447-465.
29. Ranganna, S. (1986). *Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products*. 2nd Edition. Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, India. ISBN: 978-0074518519.
30. Rodier, J. (2009). *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. 9e édition. Dunod, Paris, France. ISBN: 978-2-10-052852-7.
31. SAS (2005). SAS Institute, version 9.2 Inc., Cary.
32. Srinivasan, A., Rajesh, S. and Kumar, S. (2015). Effect of organic and inorganic fertilizers on the yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 7(2), 65-70. [DOI: 10.1080/09740272.2015.11907267](https://doi.org/10.1080/09740272.2015.11907267).
33. Yusuf, A. A., Iwuafor, E. N. O., Abaidoo, R. C. and Olufajo, O. O. (2019). Effects of different organic and inorganic fertilizer combinations on soil fertility and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 10(2), 47-55. DOI: 10.5897/JSSEM2018.0721.
34. Zelem, M. C. (2011). Les freins à l'adoption des techniques de conservation des sols en agriculture biologique: Une analyse sociotechnique. *Natures Sciences Sociétés*, 19(4), 366-379. DOI: 10.1051/nss/2011029.
35. Zhao, L., Wang, S. and Zhang, X. (2018). Effects of organic vs. Synthetic fertilizers on tomato fruit quality and postharvest shelf life. *Horticulture Research*, 5, 16.