

*Evaluation De L'effet De Différentes Doses De Bouse De Vache Sur Le Rendement De La Tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) Dans Les Conditions Edapho-Climatiques De Mvuazi, Groupement De Nkolo, Territoire De Mbanza – Ngungu (Kongo Central/RDC)*

MPANDA MAKAMBUA Athos¹, LUMINUKU ZU Joe², LUNZITISA MUAKA Bon don³, KHENGE PHAKA Madeleine⁴, ALONI KOMANDA Jules⁵, LUSIMBADIO KANDA Merdie⁶

¹ Institut Supérieur d'Études Agronomiques (ISEA), Mvuazi, RD Congo

² Institut Supérieur d'Études Agronomiques (ISEA), Mvuazi, RD Congo

³ Institut Supérieur d'Études Agronomiques (ISEA), Mvuazi, RD Congo

⁴ Institut Supérieur Pédagogique (ISP), Boma, RD Congo

⁵ Université de Kinshasa (UNIKIN), RD Congo

⁶ Bureau d'Étude et d'Orientation pour le Développement Intégré (BEODI), RD Congo

Auteur Correspondant : MPANDA MAKAMBUA Athos



Résumé : La baisse de la fertilité des sols et la recherche de systèmes de production agricole durables constituent aujourd'hui des enjeux majeurs pour l'amélioration de la productivité maraîchère en Afrique subsaharienne. La présente étude a évalué l'effet de différentes doses de bouse de vache sur la croissance, le rendement, la rentabilité économique et certaines propriétés chimiques du sol sous culture de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) dans les conditions édapho-climatiques de Mvuazi, en République Démocratique du Congo. Un essai expérimental a été conduit selon un dispositif en blocs complets randomisés comprenant cinq traitements et quatre répétitions : un témoin sans fertilisation (T0), un apport de 200 kg/ha de NPK 12-24-12 (T1), ainsi que trois doses de bouse de vache sèche correspondant à 10 t/ha (T2), 15 t/ha (T3) et 20 t/ha (T4). Les paramètres étudiés ont concerné la croissance végétative, le rendement, la rentabilité économique et l'évolution de quelques caractéristiques chimiques du sol après récolte.

Les résultats montrent que les doses croissantes de bouse de vache ont significativement amélioré les performances agronomiques de la tomate. Le traitement T4 (20 t/ha) a obtenu le rendement le plus élevé avec 61 042 kg/ha, suivi de T3 (15 t/ha) avec 55 833 kg/ha et de T2 (10 t/ha) avec 46 875 kg/ha. Sur le plan économique, tous les traitements fertilisés ont présenté une rentabilité positive, avec la meilleure performance enregistrée sous T3 (15 t/ha) avec un taux de rentabilité de 96,5 %.

Les analyses chimiques du sol après culture ont révélé une amélioration de la disponibilité de certains éléments nutritifs sous l'effet des apports organiques, notamment l'azote ammoniacal et le phosphore disponible. Les conditions climatiques enregistrées durant l'essai étaient globalement favorables au développement de la tomate, avec une pluviométrie totale de 722 mm, une température moyenne de 26,12 °C et une humidité relative de 71,94 %.

Cette étude confirme que la bouse de vache constitue une alternative agroécologique efficace pour améliorer la productivité de la tomate tout en contribuant au maintien de la fertilité des sols. Dans les conditions de Mvuazi, la dose de 20 t/ha maximise le rendement, tandis que celle de 15 t/ha représente le meilleur compromis entre performance agronomique et rentabilité économique.

Mots-clés : Bouse de vache ; Fertilisation organique ; Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) ; Rendement ; Rentabilité économique ; Fertilité du sol ; Mvuazi ; République Démocratique du Congo.

Abstract: Soil fertility decline and the search for sustainable agricultural production systems are major challenges for improving vegetable productivity in Sub-Saharan Africa. This study evaluated the effects of different cattle manure rates on growth, yield, economic profitability and selected soil chemical properties under tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivation in the edaphoclimatic conditions of Mvuazi, Democratic Republic of the Congo. A randomized complete block design experiment was conducted with five treatments and four replications: an unfertilized control (T0), mineral fertilization with 200 kg/ha of NPK 12-24-12 (T1), and three cattle manure rates of 10 t/ha (T2), 15 t/ha (T3) and 20 t/ha (T4). The evaluated parameters included vegetative growth, yield, economic profitability and changes in selected soil chemical properties after harvest.

The results showed that increasing cattle manure rates significantly improved tomato agronomic performance. The highest yield was recorded with T4 (20 t/ha), reaching 61,042 kg/ha, followed by T3 (15 t/ha) with 55,833 kg/ha and T2 (10 t/ha) with 46,875 kg/ha. Economic analysis showed that all fertilized treatments were profitable, with the highest profitability rate obtained under T3 (15 t/ha) at 96.5%. Soil chemical analyses after harvest revealed that organic amendments improved the availability of some nutrients, particularly ammonium nitrogen and available phosphorus. Climatic conditions during the experiment were generally favorable for tomato production, with a total rainfall of 722 mm, an average temperature of 26.12 °C and relative humidity of 71.94%.

This study demonstrates that cattle manure is an effective agroecological alternative for improving tomato productivity while contributing to soil fertility maintenance. Under Mvuazi conditions, the 20 t/ha rate maximized yield, whereas 15 t/ha provided the best balance between agronomic performance and economic profitability.

Keywords: Cattle manure; Organic fertilization; Tomato (*Solanum lycopersicum* L.); Yield; Economic profitability; Soil fertility; Mvuazi; Democratic Republic of the Congo.

1. Introduction

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est l'une des cultures maraîchères les plus importantes au monde en raison de sa valeur nutritionnelle, de son intérêt économique et de sa contribution à la sécurité alimentaire. En Afrique subsaharienne, son importance ne cesse de croître, mais sa production reste fortement limitée par la faible fertilité des sols, qui réduit les performances des exploitations maraîchères (FAO, 2022).

Pour accroître les rendements, les producteurs utilisent fréquemment des engrais minéraux. Toutefois, leur utilisation exclusive peut entraîner une dégradation progressive des propriétés du sol et une baisse de l'efficacité de la fertilisation à long terme. À l'inverse, les amendements organiques améliorent simultanément les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols tout en favorisant une disponibilité progressive des éléments nutritifs nécessaires au développement des cultures (Brady & Weil, 2017).

Parmi les fertilisants organiques, la bouse de vache constitue une ressource largement disponible dans les systèmes mixtes agriculture-élevage. Son incorporation au sol contribue à l'amélioration de la fertilité, stimule la croissance végétative et augmente le rendement de plusieurs cultures maraîchères grâce à l'apport de matière organique et d'éléments nutritifs libérés progressivement (Zhang *et al.*, 2022).

Plusieurs travaux ont montré que l'application de la bouse de vache améliore significativement la croissance et le rendement de la tomate, mais les doses optimales varient selon les caractéristiques pédologiques, les conditions climatiques et les pratiques culturales propres à chaque zone de production (Osei *et al.*, 2024).

Dans les conditions édapho-climatiques de Mvuazi, en République Démocratique du Congo, les informations scientifiques relatives aux doses optimales de bouse de vache demeurent limitées, ce qui restreint l'élaboration de recommandations techniques adaptées aux producteurs maraîchers.

La présente étude vise à évaluer l'effet de différentes doses de bouse de vache sur le rendement de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Plus spécifiquement, elle cherche à analyser l'influence de ces doses sur la croissance végétative, le rendement, la rentabilité économique ainsi que sur certaines propriétés chimiques du sol après la récolte, afin d'identifier la dose optimale la plus performante dans les conditions édapho-climatiques de Mvuazi.

Les résultats attendus contribueront à l'amélioration des connaissances scientifiques sur l'utilisation de la bouse de vache en production maraîchère et fourniront des éléments d'aide à la décision aux producteurs, aux services de vulgarisation, aux chercheurs et aux décideurs engagés dans la promotion d'une agriculture durable et d'une gestion rationnelle de la fertilité des sols en République Démocratique du Congo.

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude

L'étude a été réalisée au Centre de recherche de l'Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques (INERA/Mvuazi), situé dans le territoire de Mbanza-Ngungu, province du Kongo Central, en République Démocratique du Congo. Le site expérimental est localisé à proximité de la rivière Mvuazi et appartient à une plaine alluviale caractérisée par des sols relativement fertiles, largement utilisés pour les cultures maraîchères. Les sols présentent une texture variant d'argilo-sableuse à argilo-limoneuse et un pH faiblement acide, favorable au développement de la tomate. L'expérimentation s'est déroulée de février à mai 2026 sous des conditions climatiques représentatives de la région, avec une pluviométrie cumulée de 722 mm, une température moyenne de 26,12 °C et une humidité relative moyenne de 71,94 %.

2.2. Matériel végétal et traitements

Le matériel végétal était constitué de semences de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Les traitements étudiés comprenaient un témoin sans fertilisation (T0), un traitement recevant 200 kg/ha d'engrais minéral NPK 12-24-12 (T1) et trois traitements fertilisés avec de la bouse de vache sèche bien décomposée appliquée aux doses de 10 t/ha (T2), 15 t/ha (T3) et 20 t/ha (T4). Les doses de bouse de vache ont été calculées sur une base de matière sèche puis converties en matière humide avant leur application sur les parcelles expérimentales.

2.3. Dispositif expérimental

L'essai a été conduit suivant un dispositif en blocs complets randomisés comportant cinq traitements et quatre répétitions. Chaque bloc comprenait les cinq traitements répartis aléatoirement afin de limiter les effets de l'hétérogénéité du terrain. Les parcelles expérimentales avaient une superficie de 2,4 m² et les plants étaient repiqués selon un espacement de 0,40 × 0,40 m.

2.4. Conduite de l'essai

Les semences ont été d'abord élevées en pépinière avant le repiquage des jeunes plants sur le site expérimental. La préparation du terrain comprenait le défrichement, le labour, le piquetage et la mise en place des parcelles. Le fertilisant minéral a été appliqué aux parcelles du T1, deux semaines après le repiquage des plants. La bouse de vache a été appliquée deux semaines avant le repiquage des plants conformément aux doses définies, aux parcelles des T2, T3 et T4. Les pratiques culturales, notamment l'arrosage, le sarclage, le binage, le tuteurage et la protection phytosanitaire, ont été réalisées de manière uniforme sur l'ensemble des parcelles afin de limiter les effets des facteurs autres que les traitements étudiés.

2.5. Variables étudiées

Les observations ont porté sur les paramètres végétatifs, de production, de rentabilité économique et de fertilité du sol après la récolte.

Les paramètres végétatifs comprenaient le nombre de feuilles, la hauteur des plants et le diamètre au collet de la tige, mesurés sur cinq plants utiles par parcelle à 14, 28 et 42 jours après le repiquage des plants.

Les paramètres de production concernaient la production parcellaire et le rendement extrapolé à l'hectare.

L'évaluation économique a porté sur le coût total de production, la recette brute, la marge bénéficiaire et le taux de rentabilité de chaque traitement.

Après la récolte, des échantillons de sol ont été analysés afin de déterminer l'évolution de quelques propriétés chimiques, notamment le pH, le phosphore disponible, l'azote ammoniacal et le potassium échangeable.

2.6. Analyse statistique

Les données collectées ont été saisies dans Microsoft Excel 2010 avant d'être soumises à une analyse statistique à l'aide du logiciel Statistix 10. Une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée afin d'évaluer l'effet des traitements sur les différents paramètres mesurés. Lorsque l'effet des traitements était significatif, les moyennes ont été comparées au moyen du test de la Plus Petite Différence Significative (PPDS) au seuil de probabilité de 5 %. Les résultats ont été présentés sous forme de tableaux accompagnés des indicateurs statistiques correspondants.

3. Résultats et discussion

3.1. Présentation des résultats

3.1.1. Effets des traitements sur le nombre de feuilles

Le nombre de feuilles a augmenté progressivement avec les doses de bouse de vache appliquées. Les traitements fertilisés ont présenté des valeurs supérieures au témoin à toutes les dates d'observation. À 42 jours après repiquage (JAR), le traitement recevant 20 t/ha de bouse de vache (T4) a enregistré le nombre moyen de feuilles le plus élevé (59,45), suivi des traitements 15 t/ha (T3 ; 52,45) et 10 t/ha (T2 ; 50,90). Le témoin (T0) a présenté la valeur la plus faible (28,00).

Tableau 1. Nombre moyen de feuilles par plant

Traitement	14 ^{ème} JAR	28 ^{ème} JAR	42 ^{ème} JAR
T0 : Aucune application	6,0000 C	17,400 B	28,000 B
T1 : Application de 200Kg/ha de l'engrais NPK 12-24-12	6,5000 BC	21,800 AB	32,150 B
T2 : Application de 10 t/ha de bouse de vache	7,0000 AB	25,600 AB	50,900 A
T3 : Application de 15 t/ha de bouse de vache	7,2500 A	32,000 A	52,450 A
T4 : Application de 20 t/ha de bouse de vache	7,5000 A	32,600 A	59,450 A
Grand moyen	6,8500	25,880	44,590
CV (%)	6,25	27,38	25,44
PPDS (0,05)	0,6597	10,919	17,476

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne présentent pas de différence significative au seuil de 5 % selon le test de PPDS.

3.1.2. Effets des traitements sur la hauteur des plants

La hauteur des plants a été significativement influencée par les traitements. Les apports de bouse de vache ont favorisé une croissance plus importante que le traitement minéral et le témoin. À 42 JAR, les traitements recevant 15 t/ha (82,35 cm) et 20 t/ha (82,20 cm) ont enregistré les plus grandes hauteurs moyennes, alors que le témoin a présenté la plus faible valeur (54,80 cm).

Tableau 2. Hauteur moyenne des plants (cm).

Traitement	14 ^{ème} JAR	28 ^{ème} JAR	42 ^{ème} JAR
T0 : Aucune application	21,700 B	42,750 C	54,800 C
T1 : Application de 200Kg/ha de l'engrais NPK 12-24-12	21,250 B	46,950 BC	62,650 BC
T2 : Application de 10 t/ha de bouse de vache	26,350 A	54,350 AB	77,650 AB
T3 : Application de 15 t/ha de bouse de vache	26,000 A	59,400 A	82,350 A
T4 : Application de 20 t/ha de bouse de vache	25,100 AB	58,550 A	82,200 A
Grand moyen	24,080	52,400	71,930
CV (%)	10,73	10,99	13,91
PPDS (0,05)	3,9814	8,8689	15,410

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne présentent pas de différence significative au seuil de 5 % selon le test de PPDS.

3.1.3. Effets des traitements sur le diamètre au collet de la tige

Le diamètre au collet de la tige a augmenté progressivement avec l'application des doses croissantes de bouse de vache. Les traitements organiques ont présenté des valeurs supérieures au traitement minéral et au témoin à toutes les dates d'observation. À 42 JAR, les traitements T3 (15 t/ha) et T4 (20 t/ha) ont enregistré les diamètres moyens les plus élevés (11,60 et 11,40 mm, respectivement), tandis que le témoin (T0) a présenté la plus faible valeur (8,00 mm).

Tableau 3. Diamètre moyen au collet de la tige (mm).

Traitement	14 ^{ème} JAR	28 ^{ème} JAR	42 ^{ème} JAR
T0 : Aucune application	4,1000 E	7,050 C	8,000 D
T1 : Application de 200Kg/ha de l'engrais NPK 12-24-12	4,5000 D	7,800 C	9,100 C
T2 : Application de 10 t/ha de bouse de vache	5,3000 C	9,000 B	10,050 B
T3 : Application de 15 t/ha de bouse de vache	6,1500 B	10,400 A	11,600 A

T4 : Application de 20 t/ha de bouse de vache	6,6500 A	10,450 A	11,400 A
Grand moyen	5,3400	8,9400	10,030
CV (%)	4,77	5,94	4,95
PPDS (0,05)	0,3928	0,8177	0,7652

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne présentent pas de différence significative au seuil de 5 % selon le test de PPDS.

3.1.4. Effets des traitements sur la production et le rendement

Les traitements ont significativement amélioré la production et le rendement de la tomate. La production parcellaire et le rendement à l'hectare ont augmenté avec les doses de bouse de vache appliquées. Le traitement recevant 20 t/ha (T4) a enregistré les meilleures performances avec une production de 14,65 kg/2,4 m² et un rendement de 61 042 kg/ha, suivi du traitement 15 t/ha (T3). Le témoin (T0) a présenté les valeurs les plus faibles.

Tableau 4. Production parcellaire et rendement de la tomate.

Traitement	Production parcellaire (Kg/2,4m ²)	Rendement à l'hectare (Kg/ha)
T0 : Aucune application	3,850 E	16 042 E
T1 : Application de 200Kg/ha de l'engrais NPK 12-24-12	7,825 D	32 604 D
T2 : Application de 10 t/ha de bouse de vache	11,250 C	46 875 C
T3 : Application de 15 t/ha de bouse de vache	13,400 B	55 833 B
T4 : Application de 20 t/ha de bouse de vache	14,650 A	61 042 A
Grand moyen	10,195	42 479
CV (%)	7,05	7,05
PPDS (0,05)	1,1074	4 614,2

Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne présentent pas de différence significative au seuil de 5 % selon le test de PPDS.

3.1.5. Comparaison des conditions climatiques au cours de l'essai (De janvier à mai 2026) avec les exigences de la tomate

Les conditions climatiques enregistrées entre janvier et mai 2026 ont été globalement favorables à la culture de la tomate. La pluviométrie totale (722 mm), la température moyenne (26,12 °C), l'humidité relative (71,94 %) et la vitesse moyenne du vent (1,818 m/s) se situent dans les intervalles généralement favorables au développement de la culture. En revanche, le rayonnement solaire moyen (796 W/m²) était largement supérieur aux valeurs de référence, ce qui peut accroître l'évapotranspiration et le risque de stress hydrique. Malgré ces contraintes ponctuelles, les conditions climatiques observées ont permis un bon développement des plants durant l'essai.

Tableau 5. Conditions climatiques observées et exigences de la culture de la tomate

Paramètres	Conditions observées	Exigences de la tomate
Pluviométrie (mm)	722	600–1 200
Nombre de jours de pluie	34	40–70
Température maximale (°C)	31,06	25–32
Température minimale (°C)	21,08	18–20
Température moyenne (°C)	26,12	22–26
Humidité relative (%)	71,94	60–80
Rayonnement (W/m ²)	796	173–289
Vitesse du vent (m/s)	1,818	1–3
Sources	<i>Données climatiques/ services climatologiques INERA MVUAZI</i>	<i>FAO, 2013</i>

3.1.6. Effets des traitements sur la rentabilité économique

L'analyse économique montre que tous les traitements ont présenté un taux de rentabilité positif. Les traitements recevant de la bouse de vache ont généré des bénéfices plus élevés que le témoin et le traitement minéral. Le meilleur taux de rentabilité a été obtenu avec 15 t/ha de bouse de vache (T3 : 96,5 %), suivi de 10 t/ha (T2 : 96,4 %) puis de 20 t/ha (T4 : 87,4 %). Le traitement NPK (T1) a présenté une rentabilité intermédiaire (72,1 %), tandis que le témoin a enregistré la plus faible valeur (3,3 %). Ces résultats montrent que, bien que la dose de 20 t/ha ait produit le rendement le plus élevé, la dose de 15 t/ha constitue le meilleur compromis entre productivité et rentabilité.

Tableau 6. Rentabilité économique des différents traitements.

N°	Rubriques	T0	T1	T2	T3	T4
01	Coût total (USD/ha)	17 083,33	20 833,3	26 250	31250	35833,33
02	Prix de vente (USD/kg)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
03	Rendement (Kg/ha)	16 042	32 604	46 875	55 833	61 042
04	Recette brute (USD/ha)	17 646,2	35 864,4	51 562,5	61 416,3	67 146,2
05	Marge bénéficiaire (USD/ha)	562,87	15 031,1	25 312,5	30 166,3	31 312,87
06	Taux de rentabilité (%)	3,3	72,1	96,4	96,5	87,4
07	Appréciation	Faiblement rentable	Rentable	Rentable	Rentable	Rentable

L'interprétation de la rentabilité économique est basée sur l'échelle proposée par Doll et Orazem (1984) : $< 0\%$ = non rentable ; $0-50\%$ = faiblement rentable ; $50-100\%$ = rentable ; $> 100\%$ = très rentable.

3.1.7. Effets des traitements sur les propriétés chimiques du sol

Les analyses du sol réalisées après la récolte montrent que les traitements ont modifié certaines propriétés chimiques du sol. Les valeurs de pH sont restées comprises entre 5,76 et 6,06, traduisant des sols légèrement acides. Les traitements à base de bouse de vache ont favorisé la disponibilité de certains éléments nutritifs. Le traitement T2 (10 t/ha) a présenté la teneur la plus élevée en phosphore disponible (97 ppm), tandis que T3 (15 t/ha) a enregistré la plus forte concentration en azote ammoniacal (130 ppm). En revanche, les teneurs en potassium échangeable sont demeurées plus élevées dans le témoin, probablement en raison d'une moindre exportation par les cultures. Ces résultats mettent en évidence l'effet bénéfique de la fertilisation organique sur le maintien de la fertilité chimique du sol.

Tableau 7. Caractéristiques chimiques du sol après la culture de la tomate.

Traitements	pH-eau	Phosphore disponible (ppm)	Azote ammoniacal (ppm)	Potassium échangeable (ppm)
T0 (sans fertilisation)	6,06	42,5	75	62,5
T1 (200 kg/ha de NPK 12-24-12)	5,76	85	110	31
T2 (10 t/ha de bouse de vache)	5,90	97	122	30
T3 (15 t/ha de bouse de vache)	5,94	20,5	130	34
T4 (20 t/ha de bouse de vache)	6,02	17,5	62,5	33,5

Source : Analyses du laboratoire pédologique de l'Université Kongo (UK), Bulletin d'analyse des sols n°009/2026.

3.2. Discussion

Les résultats de cette étude montrent que l'application de la bouse de vache améliore significativement la croissance végétative de la tomate. L'augmentation progressive du nombre de feuilles observée avec les doses croissantes de bouse de vache traduit une meilleure disponibilité des éléments nutritifs nécessaires au développement foliaire. Cette réponse peut être attribuée à la minéralisation progressive de la matière organique qui assure une alimentation plus régulière des plants. Ces résultats sont en accord avec ceux de Moyin-Jesu et Akinola (2008), qui ont montré que les fertilisants organiques favorisent une production foliaire plus importante chez la tomate grâce à une amélioration durable de la nutrition minérale.

L'amélioration de la croissance végétative observée au cours de cette étude confirme également le rôle des amendements organiques dans le développement des cultures maraîchères. Les doses de 15 et 20 t/ha ont permis d'obtenir les meilleures performances tout au long du cycle cultural. Cette évolution est comparable aux observations d'Ojeniyi (2000), selon lesquelles les matières organiques stimulent la production de biomasse végétale en améliorant progressivement la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol.

Les résultats relatifs à la hauteur des plants montrent une supériorité des traitements recevant de la bouse de vache par rapport au témoin et au traitement minéral. Cette amélioration traduit probablement une meilleure alimentation azotée et une amélioration des conditions physiques du sol favorisant le développement racinaire. Des observations similaires ont été rapportées par Ayeni et Adeleye (2011), qui indiquent que les amendements organiques augmentent la disponibilité des nutriments et améliorent significativement la croissance des cultures maraîchères.

Le diamètre de la tige a également augmenté avec les doses de bouse de vache, les meilleures valeurs étant obtenues avec les traitements de 15 et 20 t/ha. Des tiges plus développées traduisent généralement une meilleure vigueur végétative ainsi qu'une capacité accrue de transport de l'eau et des assimilats. Ces résultats corroborent ceux de Dauda *et al.* (2008), qui ont démontré que les fertilisants organiques améliorent significativement la vigueur des plants et le développement structural des cultures.

Les performances obtenues au niveau du diamètre des tiges peuvent également s'expliquer par une meilleure assimilation des éléments nutritifs au cours de la croissance. Selon Nyalemegbe *et al.* (2021), la dynamique de libération des nutriments issus des amendements organiques favorise une nutrition progressive des cultures et un meilleur développement végétatif.

Les résultats obtenus sur le rendement montrent une augmentation régulière de la production avec l'accroissement des doses de bouse de vache. Le traitement recevant 20 t/ha a enregistré le rendement le plus élevé, démontrant l'efficacité de la fertilisation organique dans les conditions édapho-climatiques de Mvuazi. Cette observation rejoint les conclusions d'Osei *et al.* (2024), qui ont montré que les amendements organiques améliorent significativement la productivité et la qualité des fruits de tomate.

L'amélioration progressive du rendement observée dans cette étude est également comparable aux résultats d'Akanbi et Togun (2002), qui ont rapporté que les fertilisants organiques favorisent une meilleure croissance des plants et une augmentation significative de la production par rapport aux parcelles non fertilisées.

Les performances enregistrées peuvent également être attribuées à l'effet résiduel des matières organiques sur le fonctionnement du sol. Zhang *et al.* (2022) soulignent que les amendements organiques améliorent progressivement la disponibilité des nutriments tout en renforçant la fertilité des sols cultivés.

Les analyses économiques montrent que l'ensemble des traitements fertilisés a présenté une rentabilité positive. Toutefois, la dose de 15 t/ha a généré le meilleur taux de rentabilité, traduisant un meilleur équilibre entre les coûts de production et les recettes obtenues. Cette observation confirme les principes économiques présentés par Doll et Orazem (1984), selon lesquels le traitement le plus productif n'est pas toujours celui qui procure le bénéfice économique le plus élevé.

Les analyses chimiques réalisées après la récolte montrent que les traitements à base de bouse de vache ont amélioré certaines propriétés chimiques du sol, notamment les teneurs en azote ammoniacal et en phosphore disponible. Ces résultats sont conformes aux observations de Vanlauwe *et al.* (2021), qui montrent que les amendements organiques améliorent durablement la fertilité des sols tropicaux grâce à une meilleure gestion intégrée de la fertilité.

L'amélioration des propriétés chimiques du sol observée dans cette étude rejoint également les travaux de Palm *et al.* (2001), qui indiquent que les apports organiques stimulent les processus biologiques du sol et favorisent un recyclage plus efficace des nutriments indispensables à la croissance des cultures.

Les résultats concernant l'amélioration de la fertilité chimique du sol sont également cohérents avec ceux de Lal (2006), qui souligne que les matières organiques contribuent à la restauration du carbone organique du sol, améliorent la structure des horizons superficiels et augmentent la capacité du sol à fournir durablement les éléments nutritifs aux cultures.

Les bonnes performances agronomiques observées au cours de cette expérimentation peuvent également être liées aux conditions climatiques relativement favorables enregistrées pendant la période de culture. Haque *et al.* (2022) indiquent qu'une nutrition équilibrée, associée à des conditions climatiques favorables, améliore la croissance, la production et l'efficacité d'utilisation des nutriments chez la tomate.

Les résultats obtenus confirment également les observations de Havlin *et al.* (2014), qui montrent que les fertilisants organiques améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, permettant une meilleure efficacité d'utilisation des nutriments par les cultures.

Enfin, les résultats de cette étude corroborent les conclusions de Mahmud *et al.* (2021), selon lesquelles les amendements organiques constituent un levier essentiel pour améliorer durablement la fertilité des sols, accroître les rendements agricoles et renforcer la durabilité des systèmes de production.

Dans les conditions expérimentales de Mvuazi, la dose de 20 t/ha de bouse de vache s'est révélée la plus performante sur le plan agronomique, tandis que celle de 15 t/ha de bouse de vache représente le meilleur compromis entre rendement, rentabilité économique et amélioration de la fertilité du sol.

4. Conclusion et recommandations

4.1. Conclusion

La présente étude a permis d'évaluer l'effet de différentes doses de bouse de vache et d'un engrais minéral NPK 12-24-12 sur la croissance, le rendement, la rentabilité économique et certaines propriétés chimiques du sol après la culture de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dans les conditions édapho-climatiques de Mvuazi, en République Démocratique du Congo. L'expérimentation, conduite selon un dispositif en blocs complets randomisés avec cinq traitements et quatre répétitions, a montré que la bouse de vache influence significativement les performances agronomiques de la tomate.

Les conditions climatiques enregistrées durant la période d'essai (janvier à mai 2026) ont été globalement favorables au développement de la culture, avec une pluviométrie totale de 722 mm, une température moyenne de 26,12 °C, une humidité relative de 71,94 % et une vitesse moyenne du vent de 1,818 m/s correspondant aux exigences de la tomate. Toutefois, le rayonnement élevé observé pourrait constituer un facteur limitant ponctuel en raison de son influence potentielle sur l'évapotranspiration et les besoins hydriques de la culture.

Les résultats ont révélé une amélioration progressive des paramètres de croissance et du rendement avec l'augmentation des doses de bouse de vache. La dose de 20 t/ha a permis d'obtenir la meilleure performance agronomique avec un rendement de 61 042 kg/ha, suivie de 15 t/ha (55 833 kg/ha) et de 10 t/ha (46 875 kg/ha). Ces résultats confirment l'efficacité de la bouse de vache comme source d'éléments nutritifs favorisant le développement végétatif et la productivité de la tomate.

Sur le plan économique, toutes les doses de bouse de vache ont présenté une rentabilité positive. Cependant, la dose de 15 t/ha a enregistré le meilleur taux de rentabilité (96,5 %), indiquant un compromis optimal entre les performances productives et les coûts de production. Ainsi, bien que 20 t/ha soit la dose la plus performante sur le plan agronomique, 15 t/ha apparaît comme la dose économiquement la plus avantageuse dans les conditions expérimentales de Mvuazi.

Les analyses chimiques du sol après récolte ont également montré une influence positive de la fertilisation organique sur certains paramètres de fertilité, notamment la disponibilité de l'azote ammoniacal et du phosphore. La dose de 15 t/ha de bouse de vache a favorisée la plus forte teneur en azote ammoniacal (130 ppm), tandis que 10 t/ha a enregistré la concentration la plus élevée en phosphore disponible (97 ppm), traduisant l'effet favorable de la bouse de vache sur la dynamique des éléments nutritifs du sol.

En définitive, cette étude démontre que l'utilisation de la bouse de vache constitue une alternative agroécologique efficace pour améliorer durablement la production de tomate tout en contribuant au maintien de la fertilité des sols. Dans les conditions de Mvuazi, la dose de 20 t/ha de bouse de vache est recommandée pour maximiser le rendement, tandis que 15 t/ha représente le meilleur choix pour concilier productivité et rentabilité économique.

4.2. Recommendations

Au regard des résultats obtenus, il est recommandé :

- Aux producteurs maraîchers, d'intégrer la bouse de vache dans leurs systèmes de production de tomate, particulièrement à une dose de 15 t/ha pour optimiser le rapport entre rendement et rentabilité, tout en assurant une bonne maturation et préparation du fumier avant application.
- Aux services d'encadrement agricole, de promouvoir la fertilisation organique à travers des programmes de formation sur la gestion, le dosage et l'utilisation rationnelle des amendements organiques afin d'améliorer durablement la fertilité des sols maraîchers.
- Aux décideurs et autorités agricoles, de soutenir les pratiques agroécologiques basées sur la valorisation des ressources organiques locales et de faciliter l'accès des producteurs aux techniques améliorées de gestion de la fertilité des sols.
- Aux chercheurs, de poursuivre les investigations sur les effets à long terme de la bouse de vache sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols, ainsi que sur son association avec d'autres stratégies de fertilisation pour améliorer davantage la productivité des cultures maraîchères dans différentes zones agroécologiques.

Perspectives de recherche

Les résultats de cette étude ouvrent plusieurs perspectives de recherche visant à approfondir les connaissances sur l'utilisation des amendements organiques dans les systèmes de production maraîchère. Des travaux futurs pourraient porter sur l'évaluation des effets à long terme des différentes doses de bouse de vache sur l'évolution des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols, ainsi que sur la dynamique de la matière organique en conditions tropicales. Il serait également pertinent d'étudier l'association de la bouse de vache avec d'autres sources de fertilisation organique ou minérale afin d'optimiser la productivité et l'efficacité d'utilisation des nutriments par la tomate. Enfin, des recherches complémentaires pourraient être orientées vers l'évaluation de la rentabilité et de la durabilité de ces pratiques dans différentes zones agroécologiques de la République Démocratique du Congo, afin de renforcer les stratégies de gestion durable de la fertilité des sols et de développement d'une agriculture maraîchère résiliente.

Références

- [1]. Akanbi, W. B., & Togun, A. O. (2002). *The influence of maize-stover compost and nitrogen fertilizer on growth, yield and nutrient uptake of tomato. Scientia Horticulturae*, **93**(1), 1–9.
- [2]. Ayeni, L. S., & Adeleye, E. O. (2011). *Soil nutrient status and nutrient interactions as influenced by agro wastes and mineral fertilizer in tomato production. International Journal of Soil Science*, **6**(4), 271–278.
- [3]. Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson Education, New York, USA.
- [4]. Dauda, S. N., Ajayi, F. A., & Ndor, E. (2008). *Growth and yield of watermelon as affected by poultry manure application. Journal of Agriculture and Social Sciences*, **4**(3), 121–124.
- [5]. Doll, J. P., & Orazem, F. (1984). *Production Economics: Theory with Applications* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- [6]. FAO (2013). *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops – Principles for Mediterranean climate areas*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- [7]. FAO. (2022). *Soil fertility management for sustainable agriculture*. Rome: FAO.
- [8]. Haque, M. M., Hasanuzzaman, M., & Rahman, M. L. (2022). *Nutrient management in tomato production. Agronomy Journal*, **114**(3), 1567–1578.
- [9]. Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2014). *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc.
- [10]. Lal, R. (2006). *Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. Land Degradation & Development*, **17**(2), 197–209.
- [11]. Mahmud, A. J., Shamsuddoha, A. T. M., Haque, M. N., & Ali, M. S. (2021). *Role of organic amendments in sustainable agriculture. Sustainability*, **13**(4), 1972.
- [12]. Moyin-Jesu, E. I., & Akinola, M. O. (2008). *Comparative evaluation of different organic fertilizers on the growth, yield and nutrient content of tomato. Emirates Journal of Food and Agriculture*, **20**(1), 42–48.
- [13]. Nyalemegbe, K. K., Oteng-Darko, P., & Ofori, P. (2021). *Nutrient dynamics in organic fertilization systems. African Journal of Agricultural Research*, **17**(5), 689–698.
- [14]. Ojeniyi, S. O. (2000). *Effect of goat manure on soil nutrients and okra yield in a rainforest area of Nigeria. Applied Tropical Agriculture*, **5**(1), 20–23.
- [15]. Osei, M. K., Bonsu, K. O., & Agyeman, A. (2024). *Effect of organic manure on tomato yield and quality. Journal of Horticultural Science*, **19**(1), 55–63.
- [16]. Palm, C. A., Gachengo, C. N., Delve, R. J., Cadisch, G., & Giller, K. E. (2001). *Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: Application of an organic resource database. Agriculture, Ecosystems & Environment*, **83**(1–2), 27–42.
- [17]. Vanlauwe, B., Descheemaeker, K., Giller, K. E., Huising, J., & Merckx, R. (2021). *Integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: Advances and challenges. Outlook on Agriculture*, **50**(2), 163–174.
- [18]. Zhang, H., Wang, X., & Xu, M. (2022). *Animal manure application and soil fertility improvement. Soil & Tillage Research*, **220**, 105366.