

**RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO
ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET UNIVERSITAIRE
UNIVERSITÉ DU LAC ALBERT DE MAHAGI
UNILAC/MAHAGI**



E-Mail: unilacmahagi@gmail.com

Site: www.unilacmahagi.org

**FACULTÉ DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DÉPARTEMENT DE L'ÉCONOMIE AGRICOLE**

**EFFET DE LA MATIÈRE ORGANIQUE A BASE DE BOUSE DE VACHE ; CROTTIN
DE CHEVRE ET L'ENGRAIS CHIMIQUE NPK SUR LE RENDEMENT DE LA
CULTURE DE TOMATE (*lycopersicum esculentum* L) DANS LES CONDITIONS DE LA
CHEFFERIE DES WAR-PALARA.**

Par

ADUBANG'O BERTHUM Désiré

Mémoire présenté et soutenu en vue de
l'obtention de grade d'Ingénieur agronome.

Dirigé par: **SOLIYA ENDONDO**
PA

ANNÉE ACADÉMIQUE : 2022-2023

Première session

DEDICACE

Au terme de ce travail scientifique qui présente les efforts consentis tout au long de mon cycle universitaire, je dédie cette œuvre à mes parents ALIKER JALMORO Gédéon et NGYEROTHUM APIO Immaculé Rose qui ne cessent d'imprimer des efforts pour me voir plus heureux et honoré.

REMERCIEMENTS

A Tout Seigneur Tout Honneur, mes hommages les plus mérités s'adressent à l'Eternel Dieu Tout Puissant, maître des temps et des circonstances pour avoir autorisé la réalisation de cette recherche.

Ce travail est l'atterrissage des efforts conjugués par plusieurs personnes auxquelles nous rendons également hommages au Professeur associé Sylvain SOLIA EDONDOTO trouve l'expression de notre gratitude pour avoir accepté, malgré ses multiples responsabilités, de diriger cette étude. Ses remarques lumineuses nous ont permis d'améliorer la qualité de cette œuvre.

Nous tenons à remercier l'Assistant Augustin UUCA pour son apport particulier à cette œuvre. Que le corps scientifique de l'Université du lac Albert de Mahagi reçoive nos sincères remerciements pour leur excellente formation qui atteste le mérite de leur profession.

A vous mes frères et sœurs ACAYERAC, AROMBORAC, JIZEL, Mélodie et MATONDO pour vos encouragements inoubliables que vous manifestiez durant ce remarquable travail.

Nous saluons la brave contribution du couple UKELO et AKELO, pour leur accompagnement chaleureux à notre égard.

Nous remercions également nos camarades CWINYA'AY Augustin, USAGA Vital, UBEMU Urbain, BARAKA Martin, AKELO Annualité pour l'endurance et les vœux de faire preuve d'un travail en équipe.

Enfin, que tout le monde qui ont contribué de loin ou de près pour la rédaction de ce travail et dont leur nom n'est pas repris dans ce travail ne se sente pas oublié qu'il trouve aussi l'expression de mes sentiments d'ingratitude.

Désire ADUBANG'O BEROOTHUM

LISTE DE TABLEAU

Tableau 01 : Diamètre au collet des plants en mm.

Tableau 02 : Résumé de l'ANOVA

Tableau 03 : Hauteur des plants en cm

Tableau 04 : Résumé de l'ANOVA

Tableau 05 : Nombre moyen des fruits par plants

Tableau 06 : Résumé de l'ANOVA

Tableau 07 : Poids moyen des fruits en gramme,

Tableau 08 : Résumé de l'ANOVA

Tableau 09 : Rendement parcellaire en Kg

Tableau 10 : Résumé de l'ANOVA

SIGLES ET ABREVIATIONS

ANOVA : Analyse de Variance

CNRA : Centre National de Recherches Agronomiques

F A O : Organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

P A M : Programme Alimentaire Mondial

INEAC : Institut Nationale pour l'Etude Agronomique du Congo

ISAR : Institut Sénégalais de Recherche Agricoles

PIB : Produit Intérieur Brut

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

FIDA : Fonds International de Développement Agricole

UNICEF : Fonds des Nations Unies pour l'Enfance

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

NPK: Azote Phosphore Potassium

F M V : variété de tomate amélioré

B1 = bloc 1

B2 = bloc 2

B3 = bloc 3

B4 = bloc 4

B5 = bloc 5

T0 = traitement témoin

T1 = traitement NPK

T2 = traitement de crottin de chèvre

T3 = traitement de crottin et bouse

T4 = traitement de bouse de vache

RÉSUMÉ

La présente étude a pour objet l'influence des matières organique (bouse et crottin) et l'engrais de synthèse NPK sur le rendement de la culture de tomate dans les conditions de la Chefferie des War-Palara). Le but poursuivi par le présent travail est d'évaluer l'influence de la matière organique à base de bouse de vache ; crottin de chèvre et le NPK sur le rendement de la culture de tomate en Chefferie de War Palara. En effet un dispositif en bloc complètement randomisé à un seul facteur a été installé sur la colline Agenorwoth en Chefferies des War-Palara. Après les analyses et les traitements des données sur terrain, nous avons abouti aux résultats suivants : le traitement T₁ a une valeur moyenne de (17,28 mm) et la plus faible valeur en T₀ (14,66) pour les diamètres au collet ; la hauteur moyenne varie autour de 6 dm par plant à T₁ et la plus petite valeur en T₀ était de 4.9 cm. le plus grand nombre des fruits par plant est de 32,94 en T₁ et le plus faible en T₀ soit 14,2 fruits par plant. Le poids moyen des fruits varie autour de 18 grammes dans deux traitements, à savoir le T₂ et le T₄, Par contre, le Traitement témoin T₀ se distingue de ces deux traitements par la faible valeur de 13,6 grammes. Néanmoins, le T₁ présente une valeur toujours supérieure, suivi de T₃. En ce qui concerne le rendement parcellaire, le traitement T₁ vient en première position avec 59,8 t/ha et le T₃ vient en deuxième position avec 53,9 t/ha, le traitement T₂ vient en troisième position avec 46,4 t/ha, le T₄ quatrième position avec 44,5 t/ha et enfin le T₀ avec 35,03 t/ha. Dans l'ensemble le rendement moyen obtenu sur notre champ expérimental est de 253 Kg soit 5,18 t/ha.

Malgré la différence significative que donne l'engrais de synthèse, nous demandons aux paysans de la Chefferie des War-Palara d'utiliser la combinaison de matière organique à base de bouse et crottin car ils donnent un rendement moyen en protégeant la fertilité du sol. Contrairement aux engrais de synthèse qui donne une production abondante mais ne conservant pas la fertilité du sol.

Mots clés : influences des matières organiques sur le rendement de tomate dans les conditions de War-palara.

ABSTAT

We have reached the end of our work which marks the end of our second cycles at the University of Lake Albert in Mahagi and the subject is (the influence of organic matter (dung and droppings) and einkorn). NPK synthesis on the yield of tomato cultivation under the conditions of the War-Palara chiefdom). The aim of this work is to evaluate the influence of low organic matter in cow dung; goat manure and NPK on the yield of tomato cultivation in War chiefdom Palara . Indeed, a completely randomized block device with a single factor was installed on Agenorwoth hill in the War-Palara chiefdoms . After the analyzes and processing of the data in the field, we arrived at the following results: The T_1 treatment has an average value of (17.28 mm) and the lowest e value in T_0 (14.66) for the diameters at the collar; the average height varies around 6 dm per plant at T_1 and the smallest value at T_0 was 4.9 cm. the greatest number of fruits per plant is 32.94 in T_2 and the lowest in T_0 is 14.2 fruits per plant. The average weight of the fruits varied around 18 grams in two treatments, namely T_2 and T_4 . On the other hand, the control Treatment T_0 differs from these two treatments by the low value of 13.6 grams. However, T_1 always has a higher value, followed by T_3 . Regarding plot yield, treatment T_1 comes in first position with 59.8 t/ha and T_3 comes in second position with 53.9 t/ha, the T_2 treatment comes in third position with 46.4 t/ha, T_4 fourth position with 44.5 t/ha and finally T_0 with 35.03 t/ha. Overall, the average yield obtained on our experimental field is 253 kg or 5.18 t/ha.

Despite the significant difference that synthetic einkorn gives, we ask the farmers of the War-Palara chiefdom to use the combination of organic matter based on dung and dung because they give an average yield while protecting the fertility of the soil. Unlike synthetic fertilizers which give abundant production but do not preserve soil fertility.

0. INTRODUCTION

0.1. ETAT DE LA QUESTION

Nous ne pouvons pas prétendre d'être le premier à aborder la recherche sur la culture de tomate. Plusieurs d'autres chercheurs nous ont aussi précédé, dont parmi lesquelles nous citons :

1. Sawadogo (2021), a étudié les effets des fertilisants biologiques sur la productivité de la tomate en zone semi-aride du Burkina Faso. Dans l'objectif de déterminer l'effet des fertilisants biologiques sur les paramètres physico-chimiques des sols et sur la productivité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en utilisant le compost enrichi au *Trichoderma harzianum* plus une dose croissante de 50 à 100 Kg/ha d'engrais à base de l'urée et NPK. Il a évoqué que, l'utilisation de ce compost en agriculture pourrait être une alternative pour la production durable de la tomate. Mais utilisation à la dose de 30 t/ha est recommandée pour un bon rendement de la tomate.
2. Ngoy,, (2020), qui a évalué la productivité de la tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) sous amendements organique et minéral dans la ville de Kabinda, Province de Lomami en RD Congo. L'objectif de son étude était d'évaluer la productivité de la tomate (*Lycopersicum esculentum* L) sous amendements organique et minéral, notamment : « Guano, Cendre à base d'inflorescence de palmier à huile et le NPK, dans les conditions écologiques de la ville de Kabinda. Les résultats obtenus sur la production de tomate montrent que l'apport du guano au sol contribue à l'augmentation du rendement de tomate (20 t/ha) comparativement à la cendre (11 t/ha). Ainsi ; les compost guano est recommandé pour les maraichers de la ville de Kabinda.
3. Serme, (2022), qui a déterminé l'effets des fertilisants organiques sur la production de la tomate et les paramètres chimiques du sol au Centre Nord du Burkina Faso. L'objectif était d'évaluer l'effet de quatre fertilisants organiques de commerce sur la productivité de la tomate et la fertilité des sols. La valeur fertilisante et l'effet des fertilisants sur la croissance, le rendement, le goût, la longueur et la largeur des fruits des tomates ont été mesurés. Les résultats ont montré que contrairement à Fertinova + Organova, Biodeposit élixir+ agro n'avait pas d'effet significatif sur les paramètres agronomiques de la tomate. Le traitement Fertinova+ Organova+ FMV a donné les meilleures croissances en hauteur des plantes (11,40 cm à 20 JAR, 38,44 cm à 40 JAR, et 46,84 cm à 60 JAR), et des tomates

plus sucrées (4,3° Brix). Les meilleures croissances en diamètre et rendement de tomate ont été obtenues avec la FMV et les traitements Fertinova+ Organova+ FMV et Biodeposit élixir+ agro+ FMV avec respectivement 10,53mm et 26213kg/ha, 10,43 mm et 23728 kg/ha, 10,51 mm et 21226 kg/ha. Sur les paramètres chimiques du sol, contrairement à Biodeposit élixir+ agro, Fertinova+ Organova a diminué l'acidité du sol de départ et augmenter significativement la teneur en matière organique et en phosphore assimilable du sol par rapport au témoin. Fertinova et Organova semblent donc présenter des résultats agronomiques intéressants qu'il faudra confirmer avec d'autres types de culture. Mots-clés : tomate, fertilisants organiques, fumure minérale, rendement, fertilité du sol.

Quant au présent travail, il se différencie des autres par le fait que notre travail se focalise sur, l'effet de la matière organique à base de bouse de vache ; crottin de chèvre et l'engrais chimique NPK sur le rendement de la culture de tomate (*Lycopersicon esculentum* L) dans les conditions de la Chefferie des War-Palara.

0.2. PROBLEMATIQUE

Actuellement, le monde entier est confronté aux longues crises alimentaires ainsi qu'aux effets néfastes et dévastateurs de la malnutrition. Par conséquent, un récent rapport conjoint de la FAO, du FIDA, de l'UNICEF, du PAM et de l'OMS sur l'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde, estime près de 40% des enfants souffrant d'un retard de croissance et environ un quart des enfants touchés par la malnutrition dans le monde, vivent en Afrique subsaharienne (Halley,2023). Cette situation constitue une réelle menace pour les enfants, particulièrement ceux du continent africain. La FAO avait déjà estimé que, il faudrait accroître de 70% la production alimentaire dans les trente-cinq prochaines années afin de nourrir les dix milliards d'humains que comptera la planète en 2050 ; contre 7,9 milliards que compte la planète aujourd'hui. Or, le changement climatique fait peser de fortes incertitudes sur la fertilité du sol tropical et, par la même sur les moyens de subsistance des populations les plus vulnérables (ANSD, 2014).

Cependant, de ces 15 millions de personnes qui sont touchées par c'est qu'on appelle pudiquement l'insécurité alimentaire dans le monde, mais il s'avère qu'environ 98 millions de ses

personnes se trouvent en Afrique. Et environ 20 millions des personnes ont faim en République Démocratique du Congo (FAO, 2006).

Ainsi, la recherche appliquée, axée sur l'élaboration de nouvelles pratiques, leur expérimentation dans différentes conditions écologiques et pour une culture déterminée, ainsi que leur diffusion par un service de vulgarisation compétent sous forme de recommandations les mieux appropriées et plus économiquement viables, s'avère-t-elle indispensable en vue d'un effet significatif et rapide sur l'augmentation des productions agricoles (Benor et Baxter, 1987, pp. 3, 77 et 88).

En effet, la production de tomate a été multipliée de 6,6 ; passant ainsi de 27.6 millions de tonne à 182.3 millions de tonne dans les pays Européenne entre 1961 et 2018. La plus grande production a été réalisé sur les continent Asiatique ou l'on est passé de 14.7 à 111.7 millions de tonne. En Afrique cette production est passée de 2 à 20,8 tonnes, la production africaine importante a été observé au Nigeria (FAO, 2007).

Ces multiplications des productions s'est justifiait actuellement par la consommation mondiale d'engrais chimique qui se levait à 141.6 millions de tonne dans le monde dont 86.3 millions pour l'azote ; 34.8 millions de tonne pour le phosphore ; 23.2 millions de tonne pour le potassium en 2003 (ANSD, 2011).

Le continent africain produit 11,2% de la tomate mondiale soit 19 792 182 sur une superficie de 1 269 456 ha, avec un rendement moyen de 15,59 t/ha. 18,5% de la production africaine de tomate provienne de l'Afrique de l'Ouest 16 128 027 tonnes ; dont l'Egypte est le premier producteur africain suivi du Nigeria, de l'Algérie, le Maroc, et de la Tunisie (Fao, 2006).

En RDC, la tomate est la deuxième culture maraîchère les plus produite après l'oignon. La production nationale pour la campagne 2011 et 2012 était estimée à 101 558 tonnes sur une superficie d'environ 4636 ha, soit un rendement moyen de 22 t/ha (Masa, 2014).

Malgré la place de choix qu'occupe la culture de la tomate dans le système maraîcher de la République Démocratique du Congo, son rendement 22 t/ha demeure très faible par rapport à celui du premier producteur mondial et africain qui est respectivement de 56 t/ha et 39 t/ha.

L'une des causes de ce faible rendement est la pauvreté des sols en matière organique et des éléments minéraux notamment : en phosphore ; potassium ; le Calcium et les autres éléments secondaires nécessaires pour la production agricole. De plus, l'utilisation de formules d'engrais minéraux non adaptées aux cultures maraîchères conduit à des apports déséquilibrés et à long terme, à une accumulation de certains métaux lourds dans le sol (Bacyé, Moreau, Feller, 1998).

Par conséquent, de nombreuses études ont montré les effets négatifs des engrais minéraux à long terme sur la fertilité du sol à travers notamment leur effet acidifiant sur le sol (Kiba, 2012). Face à cette situation, la culture maraîchère doit s'orienter vers les systèmes de cultures plus durables et plus productifs. L'approche par gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) se présente alors comme une solution à cette baisse de fertilité des sols. Elle permet, une durabilité des systèmes de production et peut garantir une meilleure compétitivité des produits. Cette approche peut s'effectuer à travers l'utilisation des fertilisants organiques (Kiba., 2012). D'ailleurs, plusieurs travaux ont montré l'effet bénéfique de la matière organique sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, et conséquemment sur les rendements de cultures (Biaou et al., 2017).

Toutefois, les agriculteurs du territoire de Mahagi en particulier la Chefferie de War Palara ne sont pas suffisamment informée des pratiques d'utilisation des fertilisants chimique dans leurs exploitations maraichères, sans tenir compte des effets qu'elles présentent pour le sol ; pour l'environnement et même pour les humains. Or, le territoire de Mahagi est doté d'un climat favorable pour la pratique d'élevage dont leurs déjections ne sont pas toujours valorisées tout en oubliant, qu'ils contiennent de la matière organique et des éléments nutritifs qui aident à accélérer le métabolisme et la croissance de la plante. C'est dans cette optique que nous avons jugé bon de mener une recherche sur l'influence des matières organiques à base de bouse de vache ; crottin de chèvre et l'engrais chimique NPK sur la production de la culture de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) dans les conditions de la Chefferie des War Palara. Ainsi nous nous sommes posée la question de savoir :

- Quelle serait la matière organique efficace pour la production de la tomate ?
- Les matières organiques peuvent-elles donner le même rendement que celui de NPK ?
- Le mélange de ces deux types de matière organique peut-il avoir un effet significatif sur la production de la tomate ?

0.3. HYPOTHESES

Pour cette recherche, trois hypothèses ont été retenues :

1. Le crottin de chèvre serait le plus efficace que la bouse de vache pour la production de la tomate ;
2. La différence de rendement que donnerait les matière organiques et l'engrais NPK n'est pas significative ;
3. Le mélange de crottin de chèvre et de la bouse de vache aurait un effet plus positif sur la croissance et la production de tomate

0.4. OBJECTIFS DU TRAVAIL

0.4.1. Objectif général

L'objectif général de cette étude consiste à

- Déterminer la matière organique la plus efficace pour la culture de tomate dans les conditions écologiques de la chefferie des War Palara ;
- Déterminer également l'effet de mélange de deux types des matières organiques sur la culture de tomate en chefferie des War-Palara. Ceci permettra à l'investigateur d'aspirer à une potentielle amélioration des conditions de vie socio-économiques de quiconque exploiterait ses résultats.

0.4.2. Objectifs spécifiques

Objectifs spécifiques de cette étude consiste à :

- Mettre au point la matière organique efficace pour la production de la culture de tomate dans les conditions agro écologiques de la chefferie des War-Palara ;
- Faire une étude comparative entre le rendement de l'engrais organiques et l'engrais de synthèse en vue de prouver l'efficacité de chaque engrais ;
- Evaluer les rendements obtenus afin d'opérer un choix pour l'utilisation des amendements organique ou l'engrais chimique (NPK) sur la culture de tomate ;

0.5. CHOIX ET INTERET DU SUJET

Compte tenu de l'importante valeur économique et nutritionnelle de la tomate et des contraintes liées à la production de cette culture ; une amélioration de rendement de cette culture s'avère indispensable et elle s'oriente vers la gestion de la fertilité de sol en valorisation la matière organique disponible et accessible aux maraîchers de la chefferie des War-Palara. En effet, la valorisation de la matière organique issue de la bouse de vache et crottin de chèvre serait un alternatif de réduction d'emploi des engrais chimiques dont leurs effets sont plus néfastes sur l'environnement.

0.6. SUBDIVISION DU TRAVAIL

Hormis l'introduction, conclusion et suggestion, le présent travail a quatre chapitres intéressants, à savoir le premier est orienté vers des généralités sur la culture de tomate et les fumures utilisées, le deuxième décrivant les conditions expérimentales, le troisième présentant les données et leurs traitements, ainsi, le quatrième discute les résultats.

CHAPITRE 1. GENERALITE SUR LA TOMATE

DEFINITIONS DES CONCEPTS

La fertilisation : La fertilisation est le processus consistant à apporter à un milieu de culture, tel que le sol, les éléments nécessaires au développement de la plante et l'entretien ou l'amélioration de la vie du sol.

Engrais organique : Les engrais organiques, sont issus de matière vivante à différence des engrais minéraux ou chimique. Ce sont des engrais dérivés de matière animale, d'excréments d'animaux, d'excréments humains, et de matière végétale. Les engrais organiques naturels comprennent les déchets des animaux, de la tourbe, du fumier, du lisier, ou encore du guano. À condition de ne pas contenir de résidus phytotoxiques et de produits de synthèse.

Engrais de synthèse : Les engrais de synthèses sont des substances fertilisantes qui sont fabriquées selon divers procédés chimique ou qui ont subi une transformation chimique.

La pépinière : Une pépinière est un terrain sur lequel on fait pousser de jeunes végétaux en vue du repiquage et de la multiplication.

Repiquage : Dans l'agriculture et le jardinage, un repiquage, appelé aussi transplantation ou replantation est une technique qui consiste à déplanter un végétal et à le replanter dans un autre substrat de culture.

Écosystème : En écologie, un écosystème est un ensemble formé par une communauté d'êtres vivants en interaction (biocénose) avec leur environnement (biotope).

Lycopène : Pigment rouge caroténoïde, $C_{40}H_{56}$, que l'on trouve sur tout dans le sang, les organes de reproduction, les tomates et les palmiers à huile.

Acide aminé essentiel : Un acide aminé alpha nécessaire à la synthèse des protéines que les hommes sont incapables de synthétiser dans le corps et qu'ils doivent donc obtenir par le biais de l'alimentation.

Le fumier : Le fumier est un matériau solide ou semi-solide composé de déchets de matière organique, issus d'excréments solides et d'urines d'animaux associés à de la litière absorbante comme les pailles de céréales, fougères, copeaux de bois, etc.

1.1. ORIGINE ET EXPANSION

La tomate (*Lycopersicon esculentum* L) est une plante herbacée originaire de l'Amérique du Sud. Domestiquée au Mexique, elle a été introduite en Europe à partir des années 1544. Puis de l'Europe, la culture s'est répandue en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et au Moyen Orient (Shankara et al., 2005).

1.2. SYSTEMATIQUE

La tomate appartient à la famille des solanacées. Cette famille comprend 94 genres repartis en 2950 espèces parmi lesquels on retrouve le genre *Lycopersicum* auquel appartient l'espèce *esculentum*. Elle est une culture herbacée, du règne *plantae*, sous-règne *Tracheobionta*, division *Magnoliophyta*, sous classe *Asteridae*, ordre *Solanales*, genre *Solanum*, et comme espèce *Lycopersicum esculentum* L (Shankara et al., 2005)

1.3. DESCRIPTIONS BOTANIQUES

1.3.1. Les racines

La tomate est une plante à l'état naturel vivace et annuel en culture (Benard., 2009). Elle a une racine principale qui est pivotante pouvant aller jusqu'à 50 cm de profondeur et à partir de laquelle part une haute densité de racines latérales et adventices (Shankara et al., 2005).

1.3.2. La tige

La tige est anguleuse, épaisse aux entrenœuds et pubescence de consistance herbacée en début de croissance, elle tend à devenir un peu ligneuse en vieillissement. La croissance de la tige est monomodale au début et devient sympodiale après 4-5 feuilles, c a d que les bourgeons axillaires donnent naissance aux ramifications successives, mais par contre les bourgeons terminaux produisent des fleurs. Les rameaux issus des bourgeons axillaires produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent aussi par une inflorescence. La tige pleine, fortement poilue et glandulaire peut atteindre 2 à 4 m de hauteur (Pitrat et Foury ., 2003)

1.3.3. Les feuilles

Les feuilles sont alternes, longues de 15 à 50 cm et large de 10 à 30 cm. Elles sont imparipennées, composées de 5 à 7 folioles aux lobes découpées. Les folioles sont recouvertes de poils glandulaires et le pétiole mesure entre 3 et 6 cm de long (Koussoubé., 2011). Le bord du limbe est denté et au vieillissement, les feuilles perdent leur pouvoir photosynthétiques et devenant nuisibles pour la plante (Shankara et al., 2005)

1.3.4. Les inflorescences

Les fleurs sont bisexuées, de formes régulières avec un diamètre compris entre 1,5 et 2 cm. Le tube du calice est court et velu, les sépales persistants et les pétales de couleurs jaunes et courbées peuvent atteindre 1 cm de long à maturité. L'androcée est composé de 5 étamines d'une déhiscence latérale (Shankara et al., 2005).

Les anthères de couleur jaune vif entourent le style dont l'extrémité est stérile et allongée. La plante en général est autogame mais la fécondation croisée peut se faire à partir des abeilles et des bourdons qui sont les principaux pollinisateurs (Shankara et al., 2005).

La fleur de la tomate est actinomorphe à symétrie pentamère, les calices comptent cinq sépales vertes. Ces calices sont persistants après la fécondation et subsistent au sommet du fruit. La corolle compte aussi cinq pétales jaune vif, soudés à la base, souvent réfléchis en arrière et formant une étoile à cinq pointes. L'androcée compte de même cinq étamines à déhiscences latérales ; les anthères allongées forment un cône resserré autour du pistil et celui-ci est constitué de deux carpelles soudés, formant un ovaire supère biloculaire et à placentation centrale. Chez certaines variétés, l'ovaire est pluriloculaire (Jacob et Janssen., 1979)

1.3.5. Les fruits

Le fruit est une baie charnue, de forme et de couleurs variables en fonction des variétés (sphérique, oblongue, allongée, blanches, rose, rouge, jaune, orange, verte (Renaud., 2003 : 85). Les pigments caroténoïdes contenus dans la chair du fruit sont responsables de la couleur rouge du fruit (Messiaen., 1975). Les plus abondants sont le lycopène et le Bêtacarotène (Messiaen, 1975). Le pédoncule des fruits présente une zone d'abscission, en sorte que le fruit mur se détache en conservant une partie du pédoncule, ainsi que de calice (Pitrat et Foury., 2003)

1.4. CYCLE VEGETATIF ET EXIGENCE ECOLOGIQUE

1.4.1. Cycle végétatif

La tomate a un cycle végétatif qui dure entre 90 à 120 jours et lorsque le sol à une température comprise entre 20 et 25°C, la levée se fait entre 3 à 5 jours. Il s'écoule 50 à 65 jours entre le semis et la floraison qui se produit après une croissance végétative de 7 à 14 feuilles composées (Arondel et Traore., 1990).

Chez certaines variétés à croissance indéterminée, la tige continue de croître après la floraison et chez d'autres, la plante produit selon la variété, 2 à 6 bouquets floraux et la tige arrête sa croissance par une inflorescence terminale « variétés à croissance déterminée ». La maturité commerciale du fruit intervient entre 45 à 55 jours après l'épanouissement de la fleur (Messiaen., 1975)

1.4.2. Exigence écologique

1.4.2.1. Température et luminosité

La tomate se développe bien pendant les périodes fraîches et sèches avec des températures comprises entre 21 et 24°C (Shankara el al., 2005).

Elle est exigeante en intensité lumineuse et peu sensible au photopériodisme. Un rayonnement lumineux faible affecte la fécondation en réduisant le nombre de fleurs par bouquet. De fortes températures du jour combinées à des températures tièdes la nuit (écart jour/nuit < 10°C), provoquent l'avortement des fleurs et des fruits (CIRAD et GRET., 2002).

1.4.2.2. Pluviométrie

La tomate est une culture qui ne s'adapte très mal à la précipitation élevée, car elle est une culture de région tempérée craignant les gels. La précipitation ou la pluviométrie de la floraison jusqu'à la récolte, varie entre 5-10mm/j (Pigelet et Fils., 2007)

Les quantités d'eau nécessaires pour un repiquage de début novembre sont de 700 à 750 mm en 110 jours soit 700 à 750 litres d'eau/m² ou 7000 à 7500 m³ d'eau /hectare en 110 jours (D'Arondel et Traore., 1990).

1.4.2.3. Facteurs édaphiques

La tomate a des préférences pour des sols à texture limoneuse, perméable, bien aéré et libres de sels et les sols de 15 à 20 cm de profondeur et dont le pH est compris entre 5,5 et 6,8 favorisent une bonne croissance d'une culture de tomate saine (Shankara el al., 2005). Dans les milieu lourd ou sol argileux, la culture de la tomate ne peut être pratiqué car le sol lourd a une capacité de rétention d'eau très élevée ne permettant pas l'adaptation de la culture de tomate (Courchinoux JP, 2008)

1.5. CULTURE

1.5.1. Choix du terrain

Pour choisir le terrain pour la culture, il faut bien connaître le fonctionnement des plantes. La plante réalise cinq actions simultanément, celles-ci permettent son développement. Elles sont trois $\frac{3}{4}$ la photosynthèse ; $\frac{3}{4}$ la transpiration ; $\frac{3}{4}$ l'absorption ; $\frac{3}{4}$ la respiration et l'efficacité de ces actions dépendent des sept facteurs climatiques suivant les qualités du sol.

1.5.2. Préparation du terrain

Tout implantation d'une culture commence toujours par le labour afin de préparer la terre pour une nouvelle culture. Dans les régions où l'eau est un facteur contraignant, le labour va améliorer également la capacité de rétention d'eau dans le sol. Cette opération permet aussi de réduire le risque d'attaque des ravageurs et de contamination des maladies liées au sol car elle expose la terre au soleil ardent qui pourrait éliminer ces derniers. Dans le pays développé où l'agriculture est mécanisée on procède par le désherbage des mauvaises herbes et ensuite suit le labour suivi de l'enfouissement des engrais organique ou minéral. Dans les milieux forestiers la préparation du terrain commence tôt par le défrichage des espèces sous-bois et suivie de l'abattement des gros arbres puis la transplantation.

1.5.3. Plantation

La culture de la tomate fait appelle à diverses techniques comme : la culture en plaine champ ; culture sous abri léger ; culture en serre et culture hydroponique.

La culture de tomate demande plusieurs opérations qu'il faut résoudre ou réaliser au préalable avant la mise définitive au champ. Parmi ces travaux nous voulons citer : la confection d'une pépinière à l'ombre sous forme de planche en utilisant une terre et bien ameublie est un début de la revisite (Mansah et al., 2017). Après cette opération on y ajoute le composte ou les matières organiques bien décomposées. En pépinière, les semis se fait en évitant les graines ce qui se touchent entre elles à l'intérieur de la ligne et ensuite suit le recouvrement des graines d'une fine couche de terre d'environ 0.5 cm et tasser légèrement et enfin on termine par une arrosage régulière (Www : plantation tomate. Fr). La transplantation a lieu après 35 -40 jours après levée quand les plans ont développé 4 – 6 feuilles avec une hauteur de 15 cm. La mise en place se fait à la position droit ou début ou encore en position agenouillée. Les écartements de la culture de tomate sont variables avec les variétés ; le type de croissance des variétés et le type de culture. Pour les variétés naines, les écartements sont de l'ordre de 70 x 50 cm et pour les variétés à croissance indéterminée est de l'ordre de 70 x 60 ; 70 x 70 et 80 x 60 cm (Somgbo, 2023).

1.5.4 : Entretien de la culture

La tomate résiste très mal à la concurrence des mauvaises herbes. C'est pourquoi il fait sarcler et biner fréquemment le champ de la tomate, au moins trois fois. Cette opération est très capitale pour l'obtention de bon rendement. En culture maraichère, en général, et production de tomate en particulier, les arrosages doivent être effectués régulièrement, surtout en saison sèche, ceci pour maintenir le sol frais et non humide pendant la durée de la culture. Par contre il faut éviter les sols très humides qui favorisent l'apparition du phytophthora pouvant ainsi provoquer la pourriture de racines et du collet. Il est bon de savoir que la tomate ne supporte pas l'excès d'eau qui risque de provoquer la mort par l'asphyxie. Il faut procéder à un arrosage journalier ou tous les deux jours, au moment du grossissement des fruits car à ce moment les fruits ont besoin de beaucoup d'eau pour assurer leur développement (Anonyme., 2015).

La taille est une de pratiques agricoles les plus importantes, principalement pour les variétés de tomates à croissance indéterminée et présente plusieurs avantages. Tout d'abord, la

taille permet aux agriculteurs de surveiller et d'équilibrer la végétation et la fructification des plantes et facilite l'aération, ce qui permet d'éviter les infections. De plus, la récolte, ainsi que d'autres opérations devient aussi beaucoup plus faciles (Daniel Brosard, M., 2003).

1.5.5 : Récolte

La récolte de la tomate se fait à la maturation. La maturité des tomates est un critère primordial pour décider la date de la récolte, celle-ci est appréciée en fonction de la couleur dont six stades ont été codifiés et qui s'échelonnent sur une dizaine de jours. Ces stades de la maturation sont les suivantes : vert blanchâtre ; pointe rose ; tournante rose, rouge claire ; rouge foncé. La majorité des tomates atteignent leur pleine maturité et sont prêtes à être récoltées 7 – 10 semaines après le repiquage et ceci dépend largement de la variété cultivée, des conditions du milieu, des techniques agricoles utilisées (Anonyme., 2008).

1.5.6 : Conservation de la tomate

La tomate est cultivée principalement pour ses fruits, la tomate peut être consommée fraîche ou transformée en conserve. Le taux de matière sèche soluble, la couleur, le pH et la fermeté sont des paramètres importants pour la conservation (CIRAD et GRET, 2002). Lorsqu'il contient une teneur en eau très élevée, le fruit est très périssable et moins apte à l'entreposage et à la conservation en température ambiante (Dossou et al, 2007).

1.5.7 : Rendement de la culture

La production de la tomate connaît deux grandes filières : la tomate pour la consommation en frais et la tomate destinée à la transformation et la conservation, le rendement de la tomate varie avec les variétés de tomate utilisées et la technique culturale appliquée, ainsi le rendement de la culture en champ son en moyenne de l'ordre de 60 – 100 tonnes par hectare si toutes les conditions sont réunies (Anonyme ,2002).

I.5.8 : Importance de la culture de tomate

La tomate vient en troisième position des espèces les plus cultivées au monde derrière la pomme de terre et la patate douce, en termes de volume de production compte tenu de sa composition biochimique et importance nutritionnelle de la tomate (Www// canalvie. Com le 19 Juiillet)

La tomate a un goût qui varie de l'acide au très sucré. La matière sèche totale est composée à 48% de sucres qui sont pratiquement tous réducteurs, tels que le glucose (0,88-1,25%) et le fructose (1,08-1,48%) (Granges et al., 2003). Les fruits dont la consommation donne un régime alimentaire sain et équilibré sont enrichies en minéraux, en vitamines, en acides aminés essentiels, en sucres ainsi qu'en fibres alimentaires et contiennent beaucoup de vitamines B et C, de fer et de phosphore contribuant à réduire les carences en micro nutriments chez le consommateur (Shankara el al., 2005).

La tomate contient également des antioxydants (le Lycopène et le Bêta-carotène) dont la consommation alimentaire aide à diminuer les risques de maladies chroniques telles que le cancer et les maladies cardiovasculaires (Rao, 2000).

1.5.9 : Contraintes de la production de la tomate

La culture de la tomate fait face à de nombreuses contraintes qui peuvent limiter sa production. Ces contraintes sont biotiques ou abiotiques. Les contraintes abiotiques proviennent essentiellement des déséquilibres alimentaires (eau ou éléments fertilisants) ou des facteurs naturels défavorables tels que la profondeur du sol ou le drainage insuffisant. Les conséquences sont la nécrose apicale, les fentes de croissance et la déformation nécrotique de la tige (Courchinoux., 2008).

Les contraintes biotiques sont liées aux attaques des ravageurs et la concurrence avec les mauvaises herbes pour la lumière, l'eau et les éléments nutritifs (Shankara el al., 2005). Ces mauvaises herbes abritent parfois des organismes (insectes, champignons parasites, nématodes) qui provoquent des maladies à la tomate.

1.5.10. Les maladies et les ravageurs de la tomate

1.5.10.1. Les maladies de la tomate

La tomate souffre principalement des maladies suivantes : les maladies bactériennes, les maladies physiologiques, les maladies virales ou les viroses et les maladies fongiques ou cryptogamiques.

- Les maladies bactériennes

La Galle bactérienne : l'agent causal de cette maladie est *Xanthomonas compestris*. Le Cancer bactérien, Il est causé par *Corynebacterium michiganense*. Moucheture, Elle est causée par *Pseudomonas syringae*. Le flétrissement bactérien, Il est causé par *Pseudomonas solanum*. La bactérie est surtout répandue dans les basses terres humides tropicales où les températures sont relativement hautes (Devote., 2019).

- Les maladies fongiques ou cryptogamiques

Le Mildiou : est causée par les *phytophthoras infectants*. Elle se caractérise par de nombreuses tâches grises ou noirâtres en périphérie et qui se développent autour de la zone pédonculaire et de nombreuses, tâches sur les feuilles et sur la tige qui sèchent et meurent et cela conduit à une pourriture significative des fruits surtout dans les régions situées en altitude (>800m) lorsque l'humidité relative est élevée et la température modérée (Messian et al, 1991)

Fusariose vasculaire : causée par *fusarium axyporum*, elle se transmet par les semences malades et son développement est favorisé par des températures élevées ainsi qu'un faible pH du sol (<5,5).

Cladosporiose : cette maladie est causée par *cladosporium fulvum* et se développe surtout lorsque la température avoisine 22°C et lorsque l'humidité relative est très élevée (>80%).

Développement di blanc, Il est causé par *Oidopsis taurica*, *Télémorphes le veilluta* et est favorisé par des températures comprises entre 20 à 28° tandis que l'humidité relative peut varier de 50 à 80%.

Stamphyliose : elle est une maladie causée par *stemphylion spp*, elle est favorisée par le temps chaud et humide (Chankara., 2005).

1.5.10.1.3 : Les maladies physiologiques,

Ces maladies ne sont pas dues à un agent extérieur mais à un manque de substance nutritives ou à des circonstances défavorables extérieures telles que la sécheresse ou des températures externes. Ces maladies sont souvent incluses dans les infections non parasitaires comme les blessures dues à la taille, les intoxications ou les brûlures provoquées par les mauvaises applications d'engrais ou des pesticides. On peut citer à titre d'exemple, les maladies physiologiques comme le coup de soleil, la pourriture à l'extrémité du fruit, les crevasses dans les fruits (Antique et Réseaux., 1986)

- Les maladies virales ou les viroses

Les maladies qui sont dues à des virus ne sont pas tellement importantes dans la culture de tomate excepté celle du virus de la mosaïque du tabac (*Tabacco Mosaïque virus TMV*) qui provoque l'apparition d'une mosaïque à zones claires et foncées sur les feuilles. Ces virus se transmettent par simple contact (mais, vêtements, couteau) de même que par les semences et les débris végétaux laissés dans le sol. La MTV n'est pas transmis par les insectes. La lutte contre la maladie repose sur la mise en œuvre des mesures d'hygiène culturale (désinfection des semences, rotation des manipulations (Odet.,1989).

1.5.10.2 : Les ravageurs de la tomate

- Les nématodes (anguillures)

Il existe 3 types de nématodes qui ravagent la tomate à savoir : la *Meloidogyn incognita*, la *Meloidogyna javanica* et la *Meloidogyna arenaria*. L'anguillure qui est souvent vers à l'œil nu, mesure un à quelques millimètres de long. Elle vit dans le sol et est responsable de la formation de galles sur les racines de plantes. Les plantes restent petites et sont sujettes à ce fait par l'intermédiaire des plantes contaminées, des outils des eaux de pluie et d'irrigation du vent. Pour lutter contre ce fléau, il faut bien réaliser la rotation de la tomate avec d'autres végétaux, les céréales par exemple (Devote., 2019).

- Les pucerons

Ils sont peu mobiles, ils mesurent 1,5 à 2,5mm de long et sont de couleurs variables en fonction des espèces (vert, jaunes, noir, rose). Ils peuvent causer l'arrêt de croissance, la déformation des feuilles, juste sous la surface. Les larves éclosent environs dix jours après. Les larves et les thrips adultes sucent et vident les cellules de leurs substances, cela provoquent des tâches argentées sur la surface de la feuille (Chankara et al., 2005).

-Noctuelle : (Hemiothis armigera)

Le papillon a une envergure de 35-50mm (mâle gris et femelle brun rond). Les chenilles atteignent 35 à 45mm de long et sont de couleurs variables. Les chenilles perforent de foliole. Les trous sur fruits provoquent une maturation prématurée. Les cavités des fruits sont remplies par des larves des insectes (Koussoubé., 2011).

1.6. NOTION DE FERTILITE DU SOL

1.6.1. Définition

La notion de fertilité du sol Selon DelvilJe (1996), la notion de fertilité du sol renvoie à la fois aux caractéristiques du sol et à ce qu'en fait l'agriculteur (cultures et techniques). Du point de vue économique. La fertilité du sol est la capacité d'un milieu à favoriser durablement, et à des coûts aussi limités que possible, une production utile et particulière (Serpantié et Ouattara, 2001). Au plan agronomique, la fertilité d'un sol selon Vallerie (1969) est l'aptitude naturelle ou acquise de ce sol à fournir des récoltes plus ou moins abondantes et régulières d'une ou plusieurs espèces végétales déterminées, les conditions extrinsèques au sol étant supposées favorables. Selon cet auteur, la fertilité du sol n'est pas une donnée statique. Elle peut se dégrader, se conserver ou s'améliorer en fonction des interventions humaines. Elle est la résultante de ses bonnes propriétés physiques, chimiques et biologiques.

1.6.2 : Rôle des engrais minéraux sur la tomate

La tomate réagit bien aux engrais, en particulier ceux qui sont appliqués sous forme liquide. Elle a énormément besoin de nutriments surtout d'azote et de potassium. Une alimentation

adéquate en azote donne un feuillage abondant, coloré avec un pouvoir d'assimilation accru, contrairement à l'excès qui fait gonfler les fruits et provoque des nécroses apicales (Doucet et MaJenfant., 1985).

Le potassium qui représente le constituant minéral principal des fruits constitue l'élément majeur dans un plan de fumure de la tomate sous serre. Le calcium est l'élément déterminant de la qualité des fruits et de leur fermeté. La tomate exige le phosphore pour une floraison rapide. L'azote est un élément important pour la croissance, le développement, le métabolisme et le transport de l'énergie dans la plante (Ouédraogo et al., 2014).

1.6.3 : Les inconvénients de l'engrais chimique

1.6.3.1 : L'appauvrissement des sols

L'une des premières conséquences de l'utilisation d'engrais chimiques, surtout en cas de surconsommation, est l'infertilité des sols. En effet, ils appauvrissent le sol en raison de leur composition chimique. Les engrais chimiques sont constitués d'acides nocifs. Il s'agit souvent d'acide chlorhydrique et d'acide sulfurique. Ils sont très dangereux pour les sols agricoles. Car ils détruisent les bactéries fixatrices d'azote. Par conséquent, les engrais chimiques sont dangereux pour l'environnement à long terme. Il est vrai qu'au début, ils favorisent une croissance rapide des plantes. Mais avec le temps, ils rendent progressivement le sol inutilisable pour l'agriculture (Naika et al., 2005).

1.6.3.2. Nocivité pour la santé

Les engrais chimiques semblent très nocifs pour le bien-être des humains et des animaux. Contrairement aux produits biologiques, les aliments produits à l'aide d'engrais chimiques ne sont pas entièrement bons pour la consommation. Ainsi, les composants chimiques des engrais ont des effets sur la santé humaine et animale. La plupart des effets sur la santé sont des réactions. Il peut s'agir d'allergies, d'irritations cutanées, de démangeaisons et d'intoxications alimentaires. En dehors de ces affections, il est également possible que la consommation de produits issus d'engrais chimiques développe l'infertilité, l'asthme et même le cancer (idem).

1.6.3.3 : Pollution de l'environnement

Ce n'est plus un secret pour personne, les engrais chimiques contribuent grandement à la pollution de l'environnement. En effet, ils sont nocifs pour l'atmosphère. Les produits chimiques polluent l'air et le rendent irrespirable pour les humains et les animaux. L'homme a besoin de respirer pour sa survie. Nous respirons donc un air pollué par les engrais. Cela endommage souvent les organes respiratoires et le cœur. Par conséquent, les engrais chimiques provoquent des troubles respiratoires et des maladies cardiaques de toutes sortes. En outre, ils ont également un impact négatif sur l'eau. Car la plupart des engrais chimiques provenant des plantes ou des animaux sont rejetés dans l'eau. Cette pollution de l'eau peut provoquer plusieurs pathologies sur la santé humaine (Nana., 2016)

1.6.3.4. Mauvaise qualité des aliments

L'agriculture et l'élevage utilisent des engrais chimiques pour augmenter les rendements. Les engrais permettent aux plantes de pousser rapidement et aux animaux de grandir rapidement. Cette croissance non naturelle a des effets négatifs sur les produits ou les aliments. Ceux-ci sont généralement moins digestes que les aliments biologiques. Par conséquent, ils sont la cause de plusieurs maladies comme mentionné ci-dessus. De plus, ces aliments sont moins riches en nutriments que les aliments biologiques. Ils ne sont pas très rassasiants et conduisent souvent à des animaux en surpoids (Naika et *al.*, 2005).

1.6.4 : Rôle de la matière organique sur la fertilité du sol

La matière organique joue un rôle clé sur la productivité des sols en zone soudano sahélienne (Bacyé et *al.*, 1998).

Une baisse de la matière organique du sol conduit à une diminution des bases échangeables, et une acidification suivie d'une augmentation de l'aluminium échangeable. Ensuit une baisse des rendements. La matière organique du sol augmente l'efficacité des engrais minéraux. Un seuil en dessous de 0,6 % devient un facteur limitant à la réponse des cultures aux engrais minéraux (Bado et *al.*, 1997).

La matière organique du sol influence l'activité biologique potentielle du sol et contribue à la stabilité structurale, au bon état de structure du sol et à la capacité de rétention en eau du sol

(Taonda et al., 1995 : 65). Les résidus de récoltes, le compost, les fumiers de ferme, les fèces humaines, les jachères naturelles sont des amendements organiques qui sont une importante source de matières organiques. Leurs effets sur l'amélioration des propriétés physicochimiques et biologiques du sol et sur les rendements des cultures ont été montrés par de nombreux auteurs (Soma, 2010).

CHAPITRE 2. MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1. MILIEU D'ETUDE

2.1.1. Situation géographique

Nous avons conduit notre expérimentation sur la colline SINGA qui héberge également les installations de l'Université du lac Albert (UNILAC) de Mahagi à environ 2 km du centre de la Commune rurale de Mahagi et située à 2 degrés, 19 minutes et 25 secondes de latitude nord et 30 degrés, 59 minutes et 56 secondes de la longitude Est avec une altitude moyenne de 1663 mètres. La colline Singa fait partie du village PALEY, dans groupement de PAKWONG'A dans la chefferie des WAR-PALARA, en Territoire de Mahagi. Le territoire de Mahagi est l'un de cinq Territoire qui composent la province de l'Ituri au nord-est de la RD Congo.

La Chefferie de WAR-PALARA est l'une des 8 Chefferies composant le Territoire de MAHAGI. Elle est subdivisée à huit groupements formés de 65 villages. Elle est limitée à l'Est par la République de l'OUGANDA, à l'Ouest par la Chefferie des PANDURU, au Nord par la Chefferie des ALUR DJUGANDA, au Sud par la Chefferie des ANG'HAL et au Sud-Ouest par la chefferie des DJUKWOTH

2.1.2. Climat

La Chefferie de WAR PALARA est caractérisée par un climat tropical humide avec deux alternances des saisons à savoir ; La saison sèche et la saison pluvieuse. Mais par contre chaque saison se subdivise aussi en deux de façon ci-après ; la grande saison sèche allant de mi novembre au début Mars par contre la petite saison sèche commence au mi- mai jusqu'au début juillet. Pourtant la grande saison pluvieuse s'étale du fin mars au mi-mai et la petite pluvieuse vont du juillet au mi-novembre.

La pluviométrie annuelle varie entre 1000 et 1500 mm. La Moyenne de température est de 15 à 30° C. Mais actuellement nous assistons à une perturbation climatique qui varie d'une année à une autre (Anonyme, 2020)

2.1.3. Sols et reliefs

Le sol de la Chefferie de War-Palara est en grande partie argilo-sablonneux avec une structure grumeleuse ; riche en matière organique ; cultivé de façon traditionnelle. Le pH varie entre 4,5 à 6. Elle est couverte par des haut plateaux avec de petites pentes non accidentés comme celle d'autres Chefferies du Territoires de Mahagi, permettant aux vallées de recevoir des alluvions argileuses déposées par les eaux de ruissellement. Le sommet le plus culminant de la Chefferie de War-palara est le mot UMIZI.

2.1.4. Végétation

La Chefferie de War-Palara se caractérise par des arbres introduits dans le milieu, notamment ; l'Eucalyptus, le cyprès, la chaîne argentée, les arbres fruitiers (manguiers, avocats, ...), des bananiers etc. Sa végétation secondaire est une savane herbeuse dominée par quelques espèces, telle que les espèces fourragères comme *Penisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Imperata cylindrica* (Anonyme, 2020 Rapport annuel de la chefferie des War-Palara : 2020).

2.1.5. Hydrographie

Ladite chefferie se trouve dans le bassin du fleuve Nil caractérisée par ses grandes rivières comme : UMI ; NYARZODO ; LIDA ; ARUBA ; AWOO et tant d'autres ruisseaux que nous ne pouvons pas tous terminer à citer dans ce travail qui se déverse dans le lac Albert qui est considéré comme source du fleuve Nil.

2.2. MATERIELS

Pour la réalisation du présent travail, nous avons recouru à deux catégories de matériels, à savoir : les matériels biologiques et les matériels non biologiques ou techniques.

2.2.1. Matériels biologiques

Les matériels biologiques utilisés dans le cadre de ce travail sont des semences de tomate de la variété C J, caractérisée par sa croissance déterminée et produisant des fruits ovoïdes de couleur rouge en maturation, ces semences ont été achetées à PAYUDA chez le commerçant WANITEWU qui est une personne mandatée par le gouvernement Ougandaise pour la vente des semences de produits agricole.

Matériels non biologique

Les matériels non biologiques sont constitués des matières organiques. Ces matières organiques ont été récupérée à la ferme de Mée. Le deuxième matériel non biologique est constitué de fertilisant NPK provenant de l'Ouganda

2.2.2. Matériels techniques

Concernant les matériels techniques ou non biologiques, nous nous sommes servis de : un coupe-coupe pour le défrichage, une houe pour la préparation, la mise en place, et l'entretien de notre champ expérimental ; une machette, piquets et une ficelle pour délimiter les blocs et les parcelles. Le pulvérisateur a été utilisé pour asperger (nom de produit). Pour les opérations de mensuration nous avons utilisé un mètre ruban, un pied à coulisse et une balance de précision. Pour l'enregistrement et le traitement des données nous avons utilisé un cahier un ordinateur portable.

2.3. METHODES

Pour la réalisation du présent travail, nous avons utilisé la méthode expérimentale. Cette méthode consiste à faire une expérimentation en champ ou in vitrons

2.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé au cours du présent travail est celui en Bloc Complètement Randomise (BCR) à un seul facteur, l'amendement dont le champ expérimental mesurait 23,25 m de longueur 21,25 m de largeur, soit une superficie de 494,0625 m². Il a été subdivisé en 5 blocs de 16,25 x 3,25 m soit 52,82 mètre carré par bloc et chaque bloc a été subdivisé en 5 parcelles de 3,25 x 3,25 m, soit 10,50 m². Les blocs sont espacés entre eux par des allées de 1m et de 0,5 m entre les parcelles.

La figure ci-dessous présente le schéma du dispositif expérimental utilisé dans le cadre de notre travail.

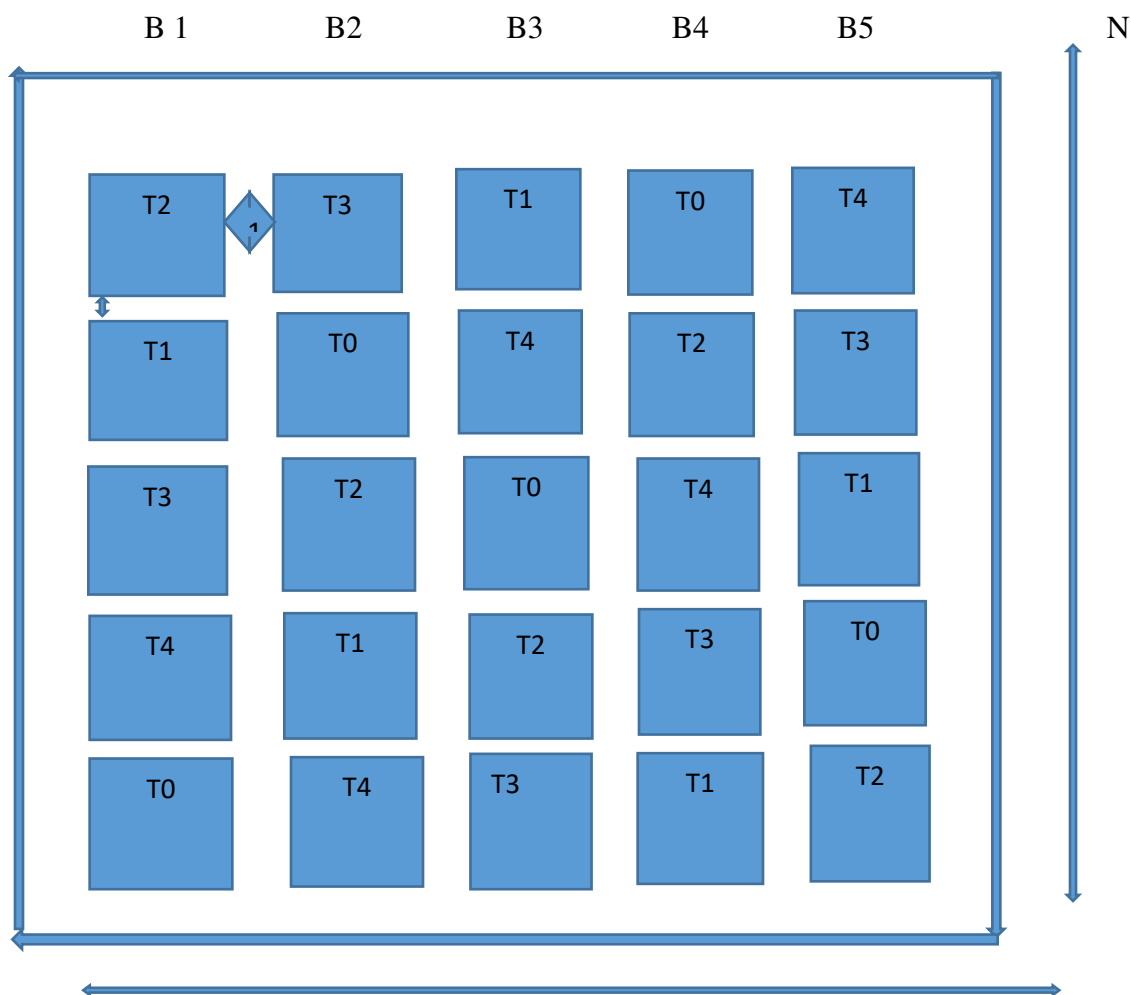


Figure 1. Dispositif expérimental. Légendes : B1 = bloc 1 ; T0 = traitement témoin ; B2 = bloc 2 ; T1 = traitement NPK ; B3= bloc 3 ; T2 = traitement de crottin de chèvre ; B4 = bloc 4 ; T3 = traitement de crottin et bouse ; B5= bloc 5 ; T4 = traitement de bouse de vache.

Techniques de fertilisation

Nous avons utilisé 30/h pour tous les matières organique et mémé la combinaison. Et 350 Kg/H pour le l'engrais NPK. Les matières organiques à été apporter deux fois repartie comme suite : 20 t/h avant la mise en place et 10 t/h trois semaines après la reprise. Par contre les période d'apport d'engrais : npk

15-15 -5 en trois fractions se présente comme suit : à 15 jours (150 kg/ha), 45 jours (100 kg/ha) et 65 jours (100 kg/ha) après repiquage

2.3.2. Techniques culturales

2.3.2.1. Pépinière

Une planche de pépinière de 1 mètre de large et de 3 mètres de long a été réalisée et ensuite, la paille a été brûlée sur la planche pour désinfecter le sol. Le semis a été effectué en ligne aux intervalles de 0.2 mètre entre les deux lignes et de 0.02 mètre sur la ligne de semis en date du 7 mars 2023 dans les après-midi. Et ensuite, nous avons terminé ce travail par un arrosage copieux pour permettre l'imbibition de graines semé.

Une semaine après le semis, les plants ont été germés et un abri a été construit à une hauteur de 80 cm puis réduit lentement-dessus du sol pour protéger les plants contre les intempéries. Des arrosage réguliers (2fois par jour dont matin et soir) ont été réalisés au début, puis réduit lentement à un arrosage par jour à 15 jours après la germination. L'ombrage a été retiré au fur et à mesure que les plants se développaient. 5 jours avant le repiquage l'ombrage a été totalement enlevé pour permettre aux plants de s'adapter à la température ambiante du milieu avant d'être transplantés au champ définitif.

2.3.2.2. Précédant cultural

Le précédent cultural de nos champs expérimentaux était la culture de haricot et le maïs.

2.3.2.3. Préparation du terrain

Comme tous culture exige avant sont installations, le sol doit être bien préparé, ainsi nous avons commencé par faire un labour profond le 28 février 2023. Trois semaines après nous sommes intervenu avec le deuxième labour. 5 jours après ou 2 semaines avant la transplantation, nous avons procéder au deuxième labour et au délimitations du terrain.

2.3.2.4. Repiquage

Cette opération a eu lieu le 17 Avril 2023 dans les heures des après-midis. Après avoir repiqué les plants nous avons poursuivi le travail en faisant un arrosage copieux enfin de permettre

au plants une bonne reprise. Les plants ont été répiqués à un écartement de 0.65 x 0.65 m, soit 25 plants par parcelle élément.

2.3.2.5. Soins d'entretien

Après le repiquage, un arrosage régulier pendant les heures matinales et le soir est effectué pendant deux semaines et après selon les besoins. Le remplacement des plants mort s'est déroulé à partir du quatrième jour après le repiquage et s'est étendu sur deux semaines après. Ces remplacements ont été faits soit après flétrissement des plants ou soit après la coupe des pieds ou tige par les attaques des ravageurs

Deux semaines après le repiquage, des sarclages manuels a été effectués afin d'éviter l'apparition des mauvaises herbes ou champ expérimentale. Des binages fréquents ont été réalisés pour éviter le tassement du sol en vie de permettre au sol une bonne circulation de l'eau et de l'air et aux racines de bien se développer.

Trois semaines après le repiquage des apports de fongicide et insecticide ont été appliqués. Pendant cette période de croissance de la plante nous avons aussi procéder à faire l'effeuillage qui est une opération qui consiste à enlever toutes les feuilles âgées, jaunâtres ou apparemment malades sur toute la hauteur de la tige, cette opération prévient la propagation des maladies et même leur apparition.

2.3.2.6. Récolte

La première récolte a eu lieu lorsque les premiers fruits ont atteint la maturité physiologique (soit le 23 06 2023) soit 66^{ème} jours après le repiquage. Après la première récolte, les autres récoltes ont été effectués de façon progressive au fur et à mesure que les fruits murissaient.

2.3.2.7. Paramètres d'étude

Pour la présente étude, nous avons retenu deux types de paramètres, à savoir ceux liés à la croissance et ceux liés à la production.

- Paramètres de croissance retenus sont : le diamètre moyen au collet et la hauteur moyenne de plant qui ont été mesurés aux intervalles de 48 jours.

- Comme paramètre de production nous avons retenu : le nombre moyen des fruits par plant, le poids moyen des fruits et le rendement parcellaire.

2.3.2.8. Traitement des données

Les données récoltées au cours de notre expérimentation ont été encodées dans le tableur Excel. Pour leur analyse et interprétation, nous avons recouru à la statistique descriptive et l'analyse de la variance (ANOVA) dans l'outil Analyse Toolpak d'Excel 2016.

2.3.2.9. Difficultés rencontrées

Etant donné que dans tous les travaux scientifiques il ne peut manquer de difficulté, et par conséquent, au cours de la réalisation du présent travail nous nous sommes butés à certaines difficultés, notamment comme le changement brusque de la période pluvieuse qui a été interrompue par une sécheresse de deux semaines environ. Malgré ce changement nous nous sommes démenés pour contourner cette difficulté en faisant un arrosage régulier enfin de donner l'humidité aux plants.

CHAPITRE TROISIEME. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Le présent chapitre est consacré à la présentation de nos résultats. Lesdits résultats sont portés sur les figures ou consignés dans les tableaux qui suivent.

3.1. Paramètres de croissance

3.1.1. Diamètre au collet

Les données relatives à l'évolution du diamètre moyen au collet des plants sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1. Diamètre au collet des plants en mm.

Traitements	Diamètre moyen au collet/plant/bloc					Moy. Trait.
	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Bloc BIV	Bloc V	
T0	15,1	14,767	14,233	14,533	14,667	14,66
T1	16,267	16,867	19,0	16,4	17,9	17,28668
T2	15,7	15,233	15,167	14,567	14,5	15,3334
T3	16,867	16,667	17,033	17,467	16,667	16,94002
T4	15,233	15,267	17,333	16,367	16,667	16,17334
Moy. Bloc	15,83334	15,76002	16,55332	15,86668	16,08002	

De l'analyse de tableau ci-haut, il ressort que le diamètre au collet a présenté une variation moins importante entre les différents traitements et que les blocs. Le traitement T₁ a une valeur moyenne supérieure (17,28 mm) à celles des autres traitements, la plus faible valeur étant observée en T₀ (14,66). En vue d'évaluer l'importance de cette différence, les résultats ci-dessus ont été soumis à l'analyse de la variance dont le résumé se présente comme suit :

Tableau 2. Résumé de l'ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	F-tab.		P-Value
					5 %	1 %	
Trait.	4	0.2648758	0.06621	12.57545	3.0069	4.772	8.1309
Blocs	4	0.0206981	0.00517	0.982680	3.0069	4.772	0.4446
Error	16	0.0842517	0.00526	-	-	-	-
Total	24	0.3698256	-	-	-	-	-

Le tableau de l'analyse variance a décelé une différence hautement significative entre les traitements au seuil de 5 % et de 1% car le F calculé est supérieur au F tabulaire et la P-value est supérieure au seuil (0,05 et 0,01). Par contre, aucune différence significative entre les blocs.

3.1.2. Hauteur des tiges

Après avoir prélever le diamètre au collet des tiges, le second paramètre de croissance est la hauteur des plants dont les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3. Hauteur des plants en cm

Traitements	Hauteur moyenne/plant/bloc					Moy. Trait.
	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Bloc BIV	Bloc V	
T0	4.8567	4.8933	4.9333	4.9433	4.92	4.909332
T1	6.63	6.29	6.4433	6.29	6.2767	6.386
T2	5.67	5.61	5.4567	5.3967	5.5133	5.529334
T3	6.14	6.0833	6.0767	6.33	6.0967	6.145334
T4	5.3633	5.45	5.4867	5.52	5.6533	5.494666
Moy. Bloc	5.732	5.665332	5.679334	5.696	5.692	

Au vu des résultats de tableau ci-dessus, il s'avère que la hauteur moyenne varie autour de 6 dm par plant, la plus petite valeur observée en T₀ (4.9 cm). Les données relatives à la hauteur des plants ont été soumis à l'analyse de variance et le résumé ci-dessous a été obtenu :

Tableau 4. Résumé de l'ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	F-tab.		P-Value
					5 %	1 %	
Trait.	4	6.82556	1.70639	12.193	3.0069	4.772	9.4962
Blocs.	4	0.01241	0.00310	0.22046	3.0069	4.772	0.9230
Error	16	0.22527	0.01407	-	-	-	-
Total	24	7.06326	-	-	-	-	-

L'analyse de variance a décelé une différence significative entre les différents traitements tant au seuil de 5 % et de 1% car le F calculé est supérieur aux F tabulaire et la valeur de P-Value nettement supérieures à 0,05 et 0,01. Par contre, entre les blocs il existe une différence significative en ce qui concerne la hauteur moyenne des plants car le F calculé est strictement inférieur au F tabulaire.

3.2. Paramètres liés à la production

3.2.1. Nombre des fruits par plants

Le nombre moyen des fruits récolté par plant est consigné dans le tableau qui suit :

Tableau 5. Nombre moyen des fruits par plants

Traitements	Nombre moyen des fruits/plant/bloc					Moy. Trait.
	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Bloc BIV	Bloc V	
T0	11.571	12.429	15.143	16	15.857	14.2
T1	31.714	33.857	32.286	34.714	32.143	32.943
T2	19.571	22	19	22.143	23.429	21.229
T3	23.714	21.571	21.286	23.429	24.286	22.857
T4	25.286	25.429	25.857	26	27.571	26.029
Moy. Bloc	22.371	23.057	22.714	24.457	24.657	

Partant des résultats du tableau ci-haut, il se dégage que le plus grand nombre des fruits par plant est de 32,94 enregistré en T₁ et le plus faible nombre est observé en T₀, soit 14,2 fruits par plant. En vue de saisir le degré de différence entre les différents blocs et traitements, nous avons effectué l'analyse de variance dont le résumé est présenté dans le tableau qui suit.

Tableau 6. Résumé de l'ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	F-tab.		P-Value
					5 %	1 %	
Trait.	4	938.06	234.515	14.36	3.0069	4.772	2.712
Blocs.	4	21.6522	5.41306	3.2861	3.0069	4.772	0.038
Error	16	26.3559	1.64724	-	-	-	-
Total	24	986.069	-	-	-	-	-

Le tableau de l'ANOVA a décelé une différence hautement significative entre les traitements au seuil de 5 % que de 1% car le F calculé est supérieur au F tabulaire et la P-value est supérieure au seuil (0,05 et 0,01). Par ailleurs, aucune différence significative entre les blocs, car le F calculé est inférieur ou égale aux F tabulaire.

3.2.2. Poids des fruits

Après le nombre des fruits prélevé par plants, nous avons également prélevé leur poids dont les valeurs moyennes sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7. Poids moyen des fruits en gramme,

Traitements	Poids moyen des fruits/traitement/bloc					Moy. Trait.
	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Bloc BIV	Bloc V	
T0	12.5	13.9	13.82	13.86	14.36	13.688
T1	26.22	26.43	26.75	27.36	26.79	26.71
T2	18.18	16.86	19.39	18.86	19.4	18.538
T3	22.14	22.72	22.89	22.07	22.47	22.458
T4	17.75	19.47	18.11	19.64	18.57	18.708
Moy. Bloc	19.358	19.876	20.192	20.358	20.318	

Il ressort des résultats du tableau ci-dessus que le poids moyen des fruits vari autour de 18,53 et 18,70 grammes dans deux traitements, à savoir le T₂ et le T₄, Par contre, le Traitement témoin T₀ se distingue de ces deux traitements par la faible valeur du poids qui est de 13,6 grammes. Néanmoins, le T₁ présente une valeur toujours supérieure soit 26,71 gramme, suivi de T₃ avec 22,45 gramme. Après avoir effectué l'analyse de la variance sur les données ci-haut, nous avons abouti aux résultats suivants :

Tableau 8. Résumé de l'ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	F-tab.		P-Value
					5 %	1 %	
Trait.	4	473.559176	118.389	27.101	3.0069	4.772	1.8271
Blocs.	4	3.458056	0.86451	1.9723	3.0069	4.772	0.1474
Error	16	7.013064	0.438316	-	-	-	-
Total	24	484.030296	-	-	-	-	-

L'examen du tableau 8 ci-dessus nous montre que l'ANOVA a décelé une différence significative entre les différents traitements au seuil de 5 % et de 1% car le F calculé est supérieur au F tabulaire et la P-value est nettement supérieure aux seuils (0,05 et 0,01). Mais aucune différence significative n'est observée entre les blocs.

3.2.3. Rendement

Les rendements obtenus au terme de notre expérimentation sont repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9. Rendement parcellaire en Kg

Traitements	Rendement moyen /traitement /bloc					Moy. Trait.
	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Bloc BIV	Bloc V	
T0	37	37	33	37	40	36.8
T1	65	66	61	60	64	63.2
T2	49	48	49	51	48	49
T3	61	53	55	59	57	57
T4	44	50	51	41	49	47
Moy. Bloc	51.2	50.8	49.8	49.6	51.6	253

En ce qui concerne le rendement parcellaire, le traitement T₁ vient en première position avec ses 63,2 Kg 59,8 t/ha et le T₀ vient en dernière position avec 36,8 Kg soit 34,1 t/ha. Dans l'ensemble le rendement moyen obtenu sur notre champ expérimental est de 253 Kg soit 5,18 t/ha. Pour déterminer s'il existe une différence significative entre les différentes valeurs obtenues, nous avons recouru à l'analyse de la variance dont le résultat se présente comme suit

Tableau 10. Résumé de l'ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	F-tab.		P-Value
					5 %	1 %	
Trait.	4	2028.4	507.1	51.877237	3.0069	4.772	5.8115
Blocs.	4	15.2	3.8	0.3887468	3.0069	4.772	0.813584
Error	16	156.4	9.775	-	-	-	-
Total	24	2200	-	-	-	-	-

L'analyse de la variance a décelé une différence hautement significative entre les différents traitements au seuil de 5 % que de 1% car le F calculé est supérieur à F tabulaire. Par contre, entre les blocs, il n'existe aucune différence significative, car le F calculé est inférieur aux F tabulaire au même seuil de tolérance.

3.2 DISCUSSION

3.2.1 Paramètres de croissances

Le diamètre moyen au collet des plans au cours de notre expérimentation a présenté une variation moins importante entre les différents traitements, les valeurs observées varient de 14,66 à 17,28 mm. Ce qui est contraire pour Shakara (2005) l'apport de NPK dans le champ de la culture de tomate influence plus les paramètre de la croissance entre autres le diamètre au collet.

La croissance en hauteur que nous avons observée au cours de notre expérimentation se situe entre 4,909 à 6.386 cm. Néanmoins, le traitement de NPK se démarque des autres traitements soit une hauteur moyenne de 6,3 cm contrairement aux combinaisons de crottin de chèvre et la bouse qui a donné une croissance presque similaire à celle de NPK soit 6,1 cm. Ces résultats va rejoindre l'idées évoqué par Adolphe ADJANOHOUN (2009) ; Ngoy Nyembo(2020) l'incorporation de fertilisant chimique tout comme les fertilisant organique influence significativement la croissance des plants en hauteur car ils contiennent l'azote qui est un élément essentiel pour le développement des organes aérien des plantes tel que la croissance.

3.2.2 Paramètre de production

De tous les fruits récoltés, nous avons obtenu une moyenne de 14,2 à 32,94 fruits par plant et le traitement à base de NPK a donné un nombre de fruits supérieur que les autres traitements. Ainsi Ngoy Nyembo (2020) ; Gouba, (2002) confirme aussi que ces éléments permettent une bonne développement des fruits et ils se trouvent principalement en surnombre dans les fertilisant chimique et en nombre réduite dans les amendements organiques.

Pour ce qui est du poids moyen des fruits, les valeurs que nous avons obtenues varie autour de 13,688 à 26,71 grammes et le traitement à base de NPK a plus influencé ce paramètre, contrairement aux combinaisons de crottin de chèvre et la bouse de vache. Cette différence appuie l'idée évoquée Bénard., 2009 ; Mbodj., 1987, le NPK comprend tous les éléments qui favorise le développement des fruits comme le phosphore qui est un élément responsable de la formation des fruits et contribue à la synthèse de cytokinine qui est une hormone influence sur la formation des boutons floraux. En ce qui concerne le rendement, nous avons enregistré une production variante entre 34,1 à 59,8 t/ha. La valeur élevée s'observer en T1 qui est un traitement à base de l'engrais

NPK. Selon Chakara., 2005, le rendement de la culture dépend de sa potentialité et la qualité des éléments nutritifs incorporés dans le sol.

3.4. CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Nous sommes arrivées à la fin de notre travail qui marque la fin de nos deuxièmes cycles au sein de l'Université du lac Albert de Mahagi et dont le sujet est (l'influence des matières organiques (bouse et crottin) et l'engrais de synthèse NPK sur le rendement de la culture de tomate dans les conditions de la Chefferie des War-Palara).

Le but poursuivi par le présent travail est d'évaluer l'influence de la matière organique à base de bouse de vache ; crottin de chèvre et le NPK sur le rendement de la culture de tomate en Chefferie de War Palara et de promouvoir l'utilisation des amendements organiques enfin de protéger la fertilité du sol dans nos régions.

Ainsi, ce travail se fonde sur l'hypothèse selon laquelle le mélange des matières organiques à base de bouse de vache et le crottin de chèvre influencerait significativement les rendements de la culture de tomate et l'engrais de synthèse NPK donnerait un bon rendement que les matières organiques. Pour y arriver, nous avons utilisé la méthode expérimentale. En effet un dispositif en bloc complètement randomisé à un seul facteur a été installé sur la colline Agenorwoth en Chefferies des War-Palara.

Après les analyses et les traitements des données sur terrain, nous avons abouti aux résultats suivants : le développement de diamètre au collet se varie de 14,66 cm pour le traitement témoin ; 17,9 cm pour le fertilisant NPK ; 14,5 cm pour l'engrais organique à base de bouse de vache ; 16,66 cm pour la combinaison de bouse et crottin et même pour l'engrais organique à base de crottin. En outre, le développement en hauteur variait entre 4,9 dm pour le traitement témoin ; 6,2 dm pour le fertilisant NPK ; 5,5 dm pour l'engrais organique à base de bouse de vache ; 6 dm pour la combinaison de bouse et crottin et 5,6 dm pour l'engrais organique à base de crottin. D'autre part les nombres moyens des fruits par plants se présentaient comme : 16 fruits/plant pour le traitement témoin ; 32 fruits/plant pour le fertilisant NPK ; 23 fruits/ pour l'engrais organique à base de bouse de vache ; 24 fruits/plant pour la combinaison de bouse et crottin et 28 fruits/plant pour l'engrais organique à base de crottin. Par ailleurs le poids moyen des fruits était de 14,36 g pour le traitement témoin ; 26,79 g pour le fertilisant NPK ; 19,4 g pour l'engrais

organique à base de bouse de vache ; 22,47 g pour la combinaison de bouse et crottin et 18,57 g pour l'engrais organique à base de crottin. En fin, les rendements moyens entre les traitements étaient de 40 Kg pour le traitement témoin ; 64 Kg pour le fertilisant NPK ; 48 Kg pour l'engrais organique à base de bouse de vache ; 57 Kg pour la combinaison de bouse et crottin et 49 Kg pour l'engrais organique à base de crottin.

L'engrais organique à base de crottin a révélé une production supérieure que l'engrais organique à base de bouse soit 48 Kg contre 49 Kg confirmant ainsi la première hypothèse ;

L'engrain de synthèse NPK a été plus efficace que l'engrais organique à base de bouse et crottin soit 64 Kg contre 48 ; 49 Kg ; 57 Kg et 40 Kg ce qui infirme la deuxième hypothèse

La combinaison de matière organique bouse et crottin se montre plus efficace que l'utilisation d'une seule matière organique soit 48 Kg et 49 Kg contre 57 Kg confirmant ainsi la troisième hypothèse

Malgré la différence significative que donne l'engrain de synthèse, nous demandons aux paysans de la Chefferie des War-Palara d'utiliser la combinaison de matière organique à base de bouse et crottin car ils donnent un rendement moyen en protégeant la fertilité du sol. Contrairement aux engrais de synthèse qui donne une production abondante mais ne conservant pas la fertilité du sol.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme, 2020 Rapport annuel de la Chefferie des War-Palara

Benard., 2009. *Le comportement agronomique de la culture de tomate, enracinement, végétation et fructification*, 2^{ème} Edition culture maraichère, Libreville.

Bacye B.1998. *Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des ferrugineux et hydromorphes de la zone soudano-sahélienne*. Thèse doctorat, université d'Aix Marseille III. 243p.

Courchât J.P., 2008. *La culture de la tomate*. Fiche technique Tomate, 8p.

Pitrat M et Foury C., 2003. *Histoires de légume, des origines à L'ère du XXI^e siècle*. Paris : INRA.

Chakara et Naika, masai 2005. *La culture de tomate, production, transformation et commercialisation*, cinquième Edition révisée, editor Barbara van dam fondation Agro misa et CTA. Agrodok n° 17, Wageningen.

Jacob J et Janssen M., 1979. La tomate in : cultures maraichères spéciales : les solanacées fruits. Cours polycopiés. INA. El-Harrach.

Antique A et Réseaux D., 1986. *Les ravageurs de la culture maraichère dans les régions tropicales, symptôme et traitement*, Défendons la culture, Paris

Ouédraogo K, 2014. *Amélioration de la disponibilité du phosphore par la gestion de la macrofaune du sol : cas d'un lixisol en zone semi-aride*. International Journal of Biological and Chemical Science 8(4) : 1838-1846.

Ngoy,, (2020), *évaluation de la productivité de la tomate (Lycopersicon esculentum Mill) sous amendements organique et minéral dans la ville de Kabinda*, Province de Lomami en RD Congo.

Renaud., 2003. *Effet de fertilisants minérale sur l'environnement en milieu paysan*, thèse doctorat. Benin, 85p.

CIRAD et GRET., 2002. *Gérer la fertilité des terres dans les pays du Sahel* (diagnostic et conseil aux paysans). Collection le « Point sur ». Ministère de la coopération CTA, Paris, 397p.

Pigelet et Fils., 2007. *La maisonnette et son jardin*. Librairie agricole de la maison rustique, paris, rue Jacob/26.

Daniel Brosard M., 2003. *Memento fruits et légumes*, édité par le centre technique inter professionnel des fruits et légume, Abuja.

Dossou et Mariana, traure, 2007. *Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de la purée de tomate locale produite à petite échelle au Bénin*. Tropicultura 25 (2): 119-125.

Gouba A., 2002. *Efficacité biologique d'extraits de neem (Azadirachta indica A. Jus) sur des populations de Helicoverpa armigera (Lepidoptera : Noctuidae) en cultures du cotonnier et de la tomate*. Mémoire d'ingénieur agronome. IDRJ Bobo. 79p

Naika S., Lidt· de Jeude J.V., Goffau De M., Hilmi M., et Van Dam B., 2005. *La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation*. Fondation Agromisa et CTA Wageningen, Agrodok 17. 10Sp.

Kitabala M et al, 2016. *Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (Lycopersicon Esculentum Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba (RD Congo)*.

Taonda J. B., et Sedogo M., 2017. *Détermination des doses optimales de fumures organo-minérales en microdose dans la 42 zone soudano-sahélienne*. International Journal of Biological and Chemical Science II (2) : 670-683

Kiba D.I., (2012). *Diversité des modes de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la qualité des sols et la production des cultures en zones urbaine, périurbaine et rurale au Burkina Faso*. Thèse de doctorat IOR/Bobo, Burkina Faso. 120p.

Nana L., 2016. *Effet d'un fertilisant organo-minéral (Fertinova 4-3-3) sur les propriétés chimiques du sol et la production de quelques cultures maraîchères en milieu paysan*. Mémoire d'ingénieur agronome. ISEDRJ Dédougou, Burkina Faso. 71 p

Mpika J., Makollodou A.A. et Minant D., 2015. *Influence d'un apport fractionné en potassium et en azote sur la croissance et le rendement de trois variétés de tomate de la zone périurbaine de Brazzaville en République du Congo*. Journal of Applied Biosciences 94: 8789 – 8800

(Mansah et al., 2017. *Deux variétés de tomate pour la vallée de l'Ouémé*. Fiche technique. Dépôt légal N° 9692 du 17 Octobre 2017, 4^e trimestre : bibliothèque Nationale du Bénin. ISBN : 978-99919-814-8-2.

Messiaen C. M., 1975. *Le potager tropical*, culture spéciales. PUF, 197-394p

Devote N., 2019. *Guide technique des cultures fruitières et maraichères*. Bujumbura : l'ISABU

Odet T., 1989. *Mémento fertilisation des cultures légumières*. Edition Ctifl, France.

Sawadogo (2021), *effets des fertilisants biologiques sur la productivité de la tomate en zone semi-aride du Burkina Faso* 67p

S.E. Mme 2023. L'effets des fertilisants organiques sur la production de la tomate et les paramètres chimiques du sol au Centre Nord du Burkina Faso. christine bah halley yapi ambassadeur, représentante permanente adjointe de la république de côte d'ivoire auprès des nations unies new york,

Serpantié G., 1994. *Intensification et durabilité des systèmes agricoles en Afrique soudano-sahélienne*. Actes du Séminaire International, Dakar, Senegal, 10-4- 14/01/1994. Benoit-Cattin M. Juan-Carlos D (éds), Paris, p. 33-45.

FAO, 2006. *World Reference Base for soil resources*. World Soils Resources Report 84; Food and Agricultural Organization of United Nations, Rome Italie, 130 p. [www: fao.org](http://www.fao.org) le 24 février 2023

FAO, 2007. *Production de tomate en 2006* (en millions de tonnes), 179 p. [www : fao.org](http://www.fao.org) le 24 février 2023

ANSD, 2011. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie. Rapport Régional Définitif, Avril 2017. Disponible sur : www.ansd.sn (consulté le 22.06.2023)

ANSD, 2014. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie. Bulletin mensuel des statistiques économiques, Avril 2014 [En ligne]. Disponible sur : <http://www.ansd.sn> (consulté le 22.02 .2020).