

UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



UFR Sciences et Technologies

Département d'Agroforesterie

Mémoire de Master

Spécialité : Aménagement et Gestion Durable des Écosystèmes Forestiers et Agroforestiers
(AGDEFA)

Impact de la fertilisation minérale et des biofertilisants sur la croissance et le développement du papayer (*Carica papaya L.*) et diagnostic de la situation des papayers chez les producteurs de Sama Mbey

Présenté et soutenu par :

M. Thierno NDAO

Encadrants : Pr Mohamed Mahamoud CHARAHABIL, Maître de Conférences UFR-ST / UASZ

Dr Nathalie DIAGNE, Directrice de Recherches/Coordonnatrice Sama Mbey

Soutenu publiquement le 20/02/2025 devant le jury composé de :

Président :	M. Ismaila COLY	Maître de conférences	UFR-ST / UASZ
Membres :	M. Mohamed. M. CHARAHABIL	Maître de conférences	UFR-ST / UASZ
	M. Djibril SARR	Maitre -Assistant	UFR-ST / UASZ
	M. Marcel BADJI	Assistant de Recherche	ISRA/Djibelor
	Mme Nathalie DIAGNE	Directrice de Recherche	Sama Mbey/ THIES

Année universitaire 2023-2024

DEDICACES

Ce travail est dédié :

A mon père, Cheikh NDAO qui nous a toujours assisté et n'a ménagé aucun effort pour notre éducation.

A ma brave maman, SoKhna Aminata MBODJI pour les vertus qu'elle nous a inculquées et pour tous les sacrifices consentis.

A mes frères et sœurs, il n'y a pas de mots pour vous exprimer toute ma reconnaissance.

REMERCIEMENTS

Nous rendons grâce à **Allah** le tout Puissant, le très Miséricordieux qui nous a donné la santé, le courage et la force de mener ce travail. Et nous prions sur son prophète **Mouhammad** (Paix et Salut sur lui).

Je souhaiterais dans l'espérance de n'omettre personne, adresser mes sincères remerciements à tous ceux qui ont de près ou de loin contribué à ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude à mes encadrants, Pr Mohamed Mahmoud CHARAHABIL et Dr Nathalie DIAGNE, pour leur confiance, leurs efforts et leurs encouragements tout au long de ce travail. Merci également aux membres du jury, Pr Ismaïla COLY, Dr Djibril SARR et Dr Marcel BADJI, pour avoir examiné ce travail.

Mes remerciements vont aussi au corps professoral du département d'Agroforesterie de l'Université Assane Seck de Ziguinchor, notamment Pr Ismaïla COLY, Pr Ngor NDOUR, Dr Djibril SARR, Dr Antoine SAMBOU, Pr Siré DIEDHIOU, Dr Boubacar CAMARA, Dr Joseph Saturnin DIEME, Dr Saboury NDIAYE, Dr Abdoulaye SOUMARE et Dr Oulimata DIATTA. Je remercie sincèrement l'équipe de Sama Mbey de Thiès, en particulier Amir AFRAITANE, Martial, Marcel OUEDRAOGO, Mikaél DIAKHATE, Moussa DIOUF et Kaly, pour leur accueil et leur soutien durant mon stage.

Un grand merci également aux Docteurs Khêmes Marie Odile THIOCONE et Arfang O. K. GOUDIABY pour leur accompagnement.

Je n'oublie pas les doctorants du département d'Agroforesterie et mes camarades de la onzième promotion.

Mention spéciale à Abdoulaye DIOP, Bamba GAYE, Mor Diéye DIOP, Fatou Bineta Fall, Alassane SAMBOU, Dibor FAYE, Yaye Dié NIANG et Bamba KHOUMA.

Enfin, merci à tous les membres de ma famille pour leur soutien.

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS.....	ii
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES.....	vii
RESUME.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1- Généralités sur le Papayer (<i>Carica papaya</i> L.)	3
1.1. Origine et Taxonomie du Papayer	3
1.2. Caractéristiques morphologiques du Papayer	3
1.3. Cycle de développement du Papayer	5
1.5. Importance et utilisations du Papayer.....	7
1.6. Maladies et ravageurs	9
2. Généralités sur la fertilisation et ses subdivisions	10
2.1. Biofertilisants	11
2.2. Fertilisation minérale	11
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	13
2.1 Présentation de la zone d'étude.....	13
2.2 Matériel végétal utilisé	14
2.3 Fertilisants utilisés.....	14
2.4 Dispositif expérimental	14
2.5 Conduite de l'essai.....	15
2.6 Collecte des données	16
2.7. Enquêtes et collecte de données auprès des producteurs :.....	16
2.8. Traitement et analyse des données.....	17
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION	18
3.1. Résultats	18
3.1.1. Effet des traitements sur les paramètres de la croissance du papayer	18
3.1.2. Paramètres de la floraison	19
3.1.3. Paramètres phytopathologiques.....	20
3.1.2. Résultats des enquêtes chez les producteurs	21
3.2. Discussion	24

CONCLUSION ET PERSPECTIVES	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	a
ANNEXES	h

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Différentes parties du papayer	4
Figure 2: Les différentes types de fleurs du papayer	5
Figure 3: Différentes phases de développement du papayer.....	6
Figure 4 : Carte de localisation de la zone d'étude.....	13
Figure 5 : Dispositif expérimental en bloc de Fisher randomisés	15
Figure 6 : Maladies observées au champ : (A) Cochenilles sur tronc de papayer ; (B) pourriture du colle	20
Figure 7 : Nombre de plants de papayers reçus par producteurs	21
Figure 8 : Nombre de papayers restant après livraison	21
Figure 9 : Principales cause des mortalités	22
Figure 10 : Proportion de producteurs ayant constatés des attaques.....	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Présentation des Caricaceae	3
Tableau 2: Valeur nutritionnelle de la papaye fraîche.	8
Tableau 3: Principaux maladies et ravageurs du papayer et leurs méthodes de lutte	10
Tableau 4: Variation de la hauteur des plants de papayer en fonction des traitements et des dates de mesure	18
Tableau 5 : Variation du diamètre au collet des plants de papayer en fonction des traitements et des dates de mesure	19
Tableau 6: Données brutes obtenues chez les producteurs	23

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ANOVA : Analyse de Variance

CMA : Champignon Mycorhizien Arbusculaire

CNRA : Centre National de Recherches Agronomiques

DAP: Diammonique Phosphate

EES : Evaluation Environnementale Stratégique

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

ISFAR : Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale

ISRA : Institut de Sénégalais de Recherches Agricoles

JAR : Jours Après Repiquage

KM : Kilomètre

MM : Millimètre

NPK : Azote, Phosphore, Potassium

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économique

PIP : Programme Initiative Pesticide

PRACAS : Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise

PSE : Plan Sénégal Emergent

UASZ : Université Assane Seck de Ziguinchor

USAID : Agence des États-Unis pour le Développement International

RESUME

Au Sénégal, la papaye est l'un des fruits les plus cultivés par les ménages agricoles. Cependant, sa production rencontre de nombreuses contraintes liées à la faible production, ainsi qu'à certaines maladies et ravageurs. Cette étude a été menée pour évaluer l'influence des biofertilisants et des engrais chimiques sur la croissance végétative du *Carica papaya* L., tout en recensant les techniques de culture des producteurs. Pour ce faire, une expérimentation a été réalisée dans le village de Keur Malick BA, en utilisant un dispositif en blocs complets randomisés. L'expérimentation comprenait un facteur, à savoir le type de fertilisation, avec sept modalités : T0 (0 g d'engrais minéral, 0 g de biofertilisant), T1 (100 g de DAP 18-46-0/plant), T2 (100 g de myco'sol/plant), T3 (10 g d'inoculum de CMA/plant), T4 (100 g de NPK 15-15-15/plant), T5 (75 g de NPK 15-15-15/plant) et T6 (75 g de DAP 18-46-0/plant). Des enquêtes ont également été effectuées auprès des producteurs pour connaître l'état de leurs papayers. Les mesures et observations ont porté sur la hauteur des plantes, le diamètre au collet, la durée d'apparition des premières fleurs et les maladies observées aux champs. Les résultats ont montré que le traitement avec la dose recommandée de NPK (T4) a donné les meilleurs résultats pour la hauteur des plantes (87,44 cm) et le diamètre au collet (30 mm). Le temps d'apparition des fleurs a été plus court pour tous les traitements comparés au témoin. Concernant la sensibilité de la variété au parasitisme local, les traitements T3 et T2 ont montré une meilleure résistance aux maladies, avec seulement 25 % de plants attaqués respectivement. Les résultats des enquêtes auprès des producteurs ont révélé que la principale cause de mortalité des papayers était le manque d'eau (28 % des producteurs). Il a également été noté que la variété utilisée se distingue par sa petite taille naine. Les différentes attaques décrites par les producteurs incluent le dessèchement et la perte des feuilles, le virus de l'enroulement des feuilles, la pourriture du collet et la déformation des feuilles. Notre travail a permis de mieux comprendre l'effet des fertilisants sur la croissance des papayers au Sénégal et de diagnostiquer la situation des plantations des producteurs de Sama mbey. Toutefois, cette étude pourrait être approfondie dans d'autres sites pour confirmer ou infirmer les résultats obtenus.

Mots clés : *Carica papaya* L., fertilisation minérale, biofertilisants, croissance, maladie

ABSTRACT

In Senegal, papaya is one of the most widely cultivated fruits by agricultural households. However, its production faces numerous constraints related to low yields, as well as certain diseases and pests. This study was conducted to evaluate the influence of biofertilizers and chemical fertilizers on the vegetative growth of *Carica papaya* L., while also documenting the cultivation techniques used by producers. To achieve this, an experiment was carried out in the village of Keur Malick BA using a randomized complete block design. The experiment included one factor, namely the type of fertilization, with seven modalities: T0 (0 g mineral fertilizer, 0 g biofertilizer), T1 (100 g DAP 18-46-0), T2 (100 g myco'sol), T3 (10 g CMA inoculum), T4 (100 g NPK 15-15-15), T5 (75 g NPK 15-15-15), and T6 (75 g DAP 18-46-0). Surveys were also conducted among producers to assess the condition of their papaya plants. Measurements and observations focused on plant height, collar diameter, the time of the first flower appearance, and diseases observed in the fields. The results showed that the treatment with the recommended dose of NPK (T4) yielded the best results for plant height (87.44 cm) and collar diameter (30 mm). The time of flower appearance was shorter for all treatments compared to the control. Regarding the sensitivity of the variety to local parasitism, treatments T3 and T2 demonstrated greater resistance to diseases, with only 25% of plants affected, respectively. Survey results from producers revealed that the main cause of papaya mortality was water scarcity (28% of producers). It was also noted that the variety used is characterized by its small dwarf size. The various attacks described by producers include leaf wilting and loss, leaf curl virus, collar rot, and leaf deformation. Our work has provided insights into the effects of fertilizers on papaya growth in Senegal and diagnosed the situation of papaya plantations of Sama mbey producers. However, this study could be extended to other sites to confirm or refute the results obtained.

Key words : *Carica papaya* L., mineral fertilisation, biofertilisers, growth, disease

INTRODUCTION

La production mondiale annuelle de papaye est estimée à 15 millions de tonnes et se trouve concentrée en Asie avec 51%, en Amérique avec 39% et en Afrique avec 10% seulement. En 2020, l'exportation mondiale de papaye a été évaluée à 353 000 tonnes (FAO, 2020). La papaye se trouve parmi les principaux fruits tropicaux les plus cultivés. Elle est de plus en plus étudiée en raison de son intérêt croissant, de la petite taille de son génome, de cycle de vie court par rapport aux autres fruits tropicaux et de sa valeur nutritionnelle (Yu *et al.*, 2009 ; Krishnan *et al.*, 2012 ; Ming *et al.*, 2012 ; Jiménez *et al.* 2014).

Au Sénégal, les exploitations de papayes se sont multipliées ces dernières années avec des productions destinées à l'exportation et au marché local. Elle est l'une des cultures prioritaires mentionnées dans le Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise (PRACAS), volet agricole du Plan Sénégal Emergent (PSE) (Cissé *et al.*, 2024).

Malgré sa croissance rapide, la culture de la papaye n'est pas à l'abri de diverses contraintes qui pèsent sur sa productivité. En effet la mauvaise gestion des terres agricoles, l'exportation abusive des éléments nutritifs du sol au fil des années, les changements climatiques et l'évolution spectaculaire des facteurs environnementaux, entraînant un appauvrissement rapide des sols en éléments nutritifs et une baisse de la productivité des cultures (Diagne 2020).

Pour améliorer cette situation, la productivité agricole doit passer par une augmentation de la fertilité des sols plutôt que par l'extension des superficies cultivées au détriment des forêts et des terres marginales. Bien que l'intérêt de l'utilisation des engrais minéraux, en vue d'augmenter le niveau de fertilité des sols et le rendement des cultures a été largement démontré par Zenabou *et al.*, (2014) et Somda *et al.* (2017). Aujourd'hui l'utilisation de biofertilisants à base de microorganismes symbiotiques se positionne comme une alternative sérieuse pour augmenter la productivité tout en préservant les ressources de production (Tchokozi, 2023). Les champignons mycorhiziens arbusculaires jouent un rôle important dans l'absorption d'eau et des éléments minéraux (Hopkins, 2003 ; Bencherif, 2015), l'agrégation et la stabilité structurale des sols (Rillig *et al.*, 2002), la protection des plantes contre la sécheresse par une meilleure mise à disposition de l'eau, la protection contre les agents pathogènes (Davet, 1996; Garbaye, 2013) et la résistance contre les stress environnementaux (Marschner, 1995) en particulier celui causé par l'excès de carbonate de calcium (Labidi *et al.*, 2012).

C'est dans cette optique que cette étude a été initiée en vue de contribuer à l'amélioration de la productivité de la papaye. De manière spécifique, il s'agit d'évaluer d'abord les performances agronomiques de l'engrais chimiques et des biofertilisants sur la croissance et le développement

du papayer et ensuite essayer de connaître la situation des papayers des producteurs de Sama Mbey.

Ce mémoire est structuré autour de trois chapitres. Le premier porte sur la synthèse bibliographique, le deuxième présente le matériel et les méthodes utilisés et le dernier présente les résultats et la discussion.

CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1- Généralités sur le Papayer (*Carica papaya* L.)

1.1. Origine et Taxonomie du Papayer

Le papayer (*Carica papaya* L.) est un arbre tropical originaire d'Amérique centrale et du Sud. Cette plante se cultive dans tous les pays chauds et humides. Elle atteint une hauteur de 2 à 10 mètres et a une espérance de vie de 5 ans, bien que sa durée de vie économique ne soit que de 2 ans (N'Da et al., 2008).

Originaire d'Amérique centrale (Mexique), le papayer s'est ensuite répandu aux Antilles, à toute l'Amérique tropicale, en Afrique et enfin, par l'intermédiaire des navigateurs espagnols et portugais, en Malaisie, aux Philippines, en Inde et en Océanie (Donné, 1986).

La famille des Caricacées, qui a été aussi appelée Papayacées, regroupe six genres : *Carica*, *Cylicomorpha*, *Horovitziana*, *Jacaratia*, *Jarilla*, *Vasconcellea* et trente-cinq espèces. Le genre *Carica* est le plus représenté avec vingt et une espèces à lui seul (Fabert, 2011).

Le tableau 1 présente la taxonomie du papayer selon le Botanical Journal of the Linnean Society (2009).

Tableau 1:Présentation des Caricaceae

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta (Plantes vasculaires)
Embranchement	Magnoliophyta (Angiospermes)
Division	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Classe	Dilleniidae
Ordre	Brassicales
Famille	Caricaceae

1.2. Caractéristiques morphologiques du Papayer

1.2.1. Aspect général

Le Papayer est un petit arbre de trois à dix mètres de hauteur, à port de palmier (figure 1). Son tronc charnu porte des cicatrices en losanges, empreintes laissées par la chute des feuilles. Il est droit, cylindrique, nu et couronné d'un bouquet de feuilles. Il s'agit d'un arbre le plus souvent dioïque, mais certaines variétés cultivées peuvent avoir des pieds bisexués, on retrouve alors sur le même tronc des fleurs mâles et femelles (monoïques). Le tronc du Papayer est le plus souvent non-ramifié (Diagne 2020).

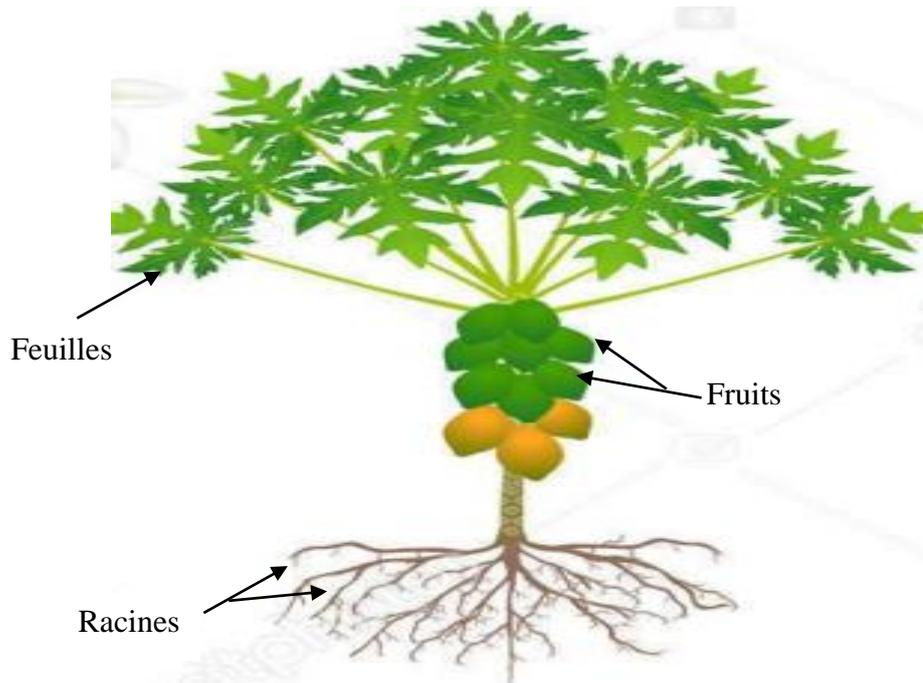


Figure 1: Différentes parties du papayer

1.2.2. Les feuilles

Les feuilles du papayer sont disposées en spirale à l'extrémité des tiges, simples, et portées par des pétioles mesurant de 30 à 70 cm de long. Les bords des lobes sont très variés, allant de lisses à ondulés ou profondément découpés. Les feuilles, arrondies et mesurant de 60 à 90 cm de diamètre, sont disposées de manière alternée et regroupées à l'extrémité entre la tige et les branches (Ashish et al., 2021). Elles possèdent entre sept et neuf lobes palmatilobés, chacun ayant une base large et pointue ainsi qu'un sommet pointu (Girre, 2006). Les feuilles, de couleur vert foncé à vert-jaune, sont marquées par des nervures blanches proéminentes et réticulées ; leur surface inférieure est vert-jaune pâle et opaque (Carsenti et Michel, 2009 ; Ashish et al., 2021).

1.2.3. Racines

Le papayer possède un système racinaire pivotant qui permet à l'arbre de se fixer au sol et qui se sert de point d'appui pour les racines secondaires d'où par un chevelu abondant superficiel appelé radicules (Rafidimanantsoa, 1995).

1.2.4. Les fleurs

Les fleurs mâles (figure 2 a) possèdent des étamines chargées de pollen, permettant de polliniser une fleur de papayer avec un ovaire, ce qui conduit à la formation d'un fruit. Elles se distinguent des autres types par leur grand nombre et sont portées par une tige florale ramifiée et tombante (Chia et Manshardt, 2001).

Les fleurs femelles (figure 2 b) apparaissent aux nœuds où le pétiole de la feuille rencontre la tige. Elles comportent cinq pétales blancs à jaunes, non fusionnés, qui s'ouvrent en forme de bol entourant le carpelle ou le petit fruit immature. Ces fleurs produisent des fruits arrondis à ovales, mais nécessitent le pollen d'une fleur mâle (d'une autre plante) pour fructifier (Zimmerman, 2003).

Quant aux fleurs hermaphrodites (figure 2 c), elles sont légèrement plus allongées que les fleurs femelles et possèdent à la fois des étamines et des pistils, ce qui leur permet de s'autoféconder. Les fruits produits sont des baies de forme oblongue (PIP, 2011).

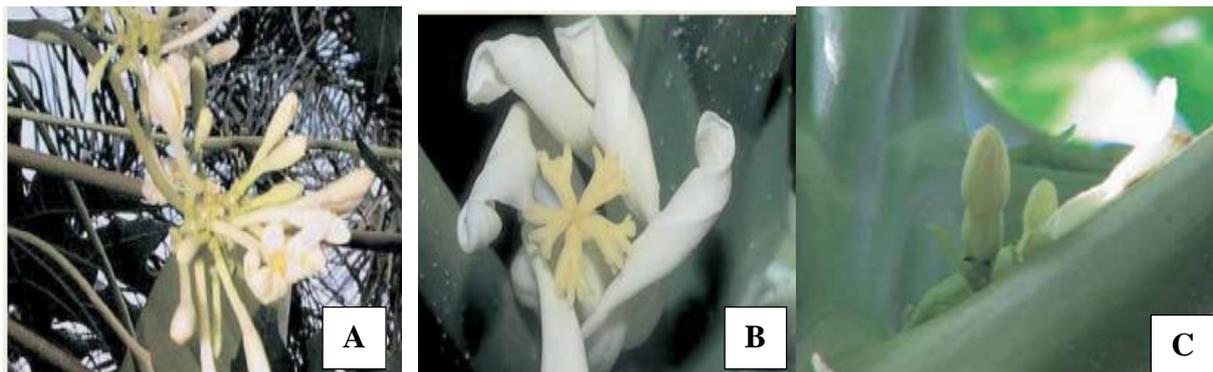


Figure 2: Les différents types de fleurs du papayer

1.2.5. Le fruit

Le fruit du papayer, appelé papaye, est une baie à péricarpe coriace, également connue sous le nom de péponide, et riche en vitamines. Sa longueur varie entre quinze et quarante centimètres et son diamètre entre sept et vingt-cinq centimètres (Fabert, 2011). La papaye a une forme ovoïde-oblongue, piriforme ou presque cylindrique et est charnue. Elle est juteuse, avec des cannelures le long du côté supérieur et change de couleur, passant du jaune-vert au jaune ou au jaune-orange à maturité (Ashish, 2021). Attachées légèrement à la paroi par un tissu fibreux blanc et doux, se trouvent généralement de nombreuses petites graines noires, ovoïdes et ondulées, chacune enrobée d'une matière transparente gélatineuse (Yogiraj et al., 2014 ; Peter et al., 2014 ; Sharma et al., 2020).

1.3. Cycle de développement du Papayer

Le papayer est un arbuste à croissance rapide pouvant acquérir une taille importante. La figure 3 montre les différentes phases de développement du papayer :

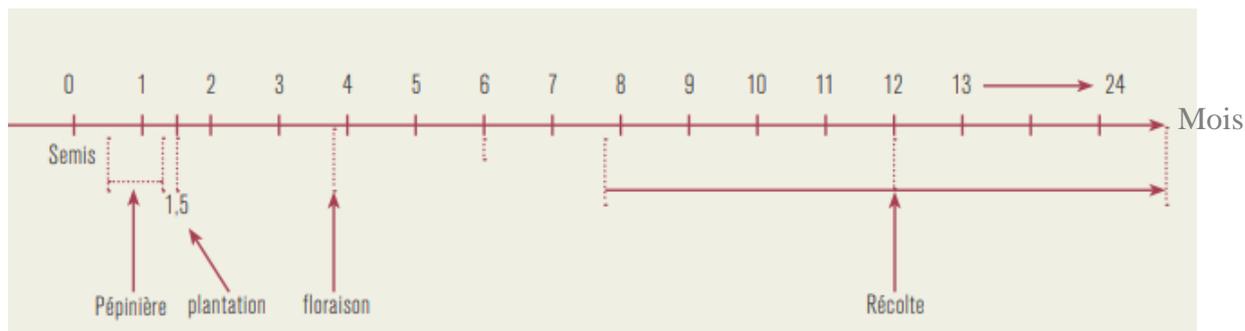


Figure 3: Différentes phases de développement du papayer

La germination des graines de papayer est rapide et de type épigée. Les cotylédons sont au nombre de deux et possèdent un limbe épais et simple, tandis que le pétiole est très court (Rafidimanantsoa, 1995). La période en pépinière ne doit pas dépasser 5 à 6 semaines, du semis à la transplantation. Dans une plantation bien entretenue, les premières fleurs apparaissent deux mois après la plantation et la floraison se poursuit tout au long de l'année. Cependant, dans les zones fraîches, comme durant l'harmattan, la pollinisation est limitée en raison des basses températures. Dans ces zones, une baisse de la récolte apparaîtra en moyenne entre 100 et 190 jours après la floraison (PIP, 2011). Les premiers fruits exportables peuvent être récoltés entre le huitième et le neuvième mois après la plantation.

1.4. Exigences écologiques

1.4.1. Climat

Les climats chauds et humides sont idéaux pour la culture du papayer, car cette plante nécessite à la fois chaleur et humidité pour produire des fruits de qualité. Des températures trop basses ralentissent la maturation des fruits et peuvent entraver la fécondation. En dessous de 25°C, le cycle de croissance s'allonge et les fruits peuvent perdre de leur saveur. Ces climats peuvent également favoriser le développement de maladies fongiques qu'il faut contrôler avant la récolte (PIP, 2009).

Le papayer a besoin d'une pluviométrie abondante et bien répartie, entre 1 800 et 2 000 mm par an. Pendant les mois de saison sèche, il est nécessaire d'irriguer pour obtenir un total mensuel de 150 à 200 mm (PIP, 2011). En effet, un excès ou un déficit d'eau entraîne de graves perturbations pour la plante, notamment sur la floraison. Le paillage permet de limiter l'évaporation (N'Da et al., 2008). Selon Telemans (2012), au Sénégal, les systèmes d'irrigation recommandés sont le microjet ou le goutte-à-goutte, en veillant à ne pas mouiller le tronc ni le feuillage. Dans certaines zones, l'irrigation par aspersion sur frondaison donne de bons résultats en raison de la sécheresse de l'air, cette méthode réduisant également les attaques acariennes (Telemans, 2012).

1.4.2. Sols

Les sols acides et les périodes de sécheresse réduisent la résistance naturelle des plantes aux infections d'ordre fongique et promeuvent la déformation des fruits (carence en bore notamment). Des carences en calcium durant la croissance des fruits les sensibilisent aux dégâts du froid. Les sols devant recevoir une culture de papayers doivent être humifères, aérés et drainés parfaitement avec un pH compris entre 4,5 et 7 (PIP, 2011). Si la plantation doit se faire derrière une défriche de terrain boisé, le terrain devra être soigneusement débarrassé de tout débris de souche ou de racine (Telemans, 2012). Il faut aussi labourer le sol, au moins trois mois avant la plantation, à une profondeur de 25 à 30 cm puis niveler, puis faire des trous de 50 cm x 50cm x 50 cm (N'Da et *al.*, 2008).

1.5. Importance et utilisations du Papayer

1.5.1. Importance

La papaye est attrayante en raison de sa valeur nutritive et le fruit est une excellente source de macro et de micro-nutriments (Krishna et *al.*, 2008) (tableau 2). Cependant, les valeurs nutritionnelles dépendent des variétés, des facteurs climatiques, de l'état du sol, du degré de maturité (de-Oliveira et Victoria, 2011). La papaye est riche en fer et en calcium, une bonne source de vitamines A, B et une excellente source de vitamine C (acide ascorbique). Les extraits non-murs du *Carica papaya* contiennent des terpénoïdes, des alcaloïdes, des flavonoïdes, des glucides, des glycosides, des saponines et des stéroïdes (Aravind et *al.*, 2013).

Tableau 2: Valeur nutritionnelle de la papaye fraîche (USAID 2011).

Energie	163KJ
Sodium	3 mg
Potassium	257 mg
Phosphore	5 mg
Magnésium	10 mg
Fer	0,10 mg
Calcium	24 mg
Vitamine C	61,8 mg
Acide folique (Vitamine B9)	38 ug
Vitamine B6	0,1 mg
Niacine (vitamine B1)	0,338 mg
Riboflavine (vitamine B2)	0,05 mg
Thiamine (vitamine B1)	0,04 mg
Vitamine A	328 ug
Protéine	0,61 g
Graisse	0,14 g
Fibre alimentaire	1,8 g
Sucres	5,9 g
Glucides	9,81 g

1.5.2. Utilisations

Le papayer est reconnu pour ses propriétés phytochimiques, biologiques, nutritionnelles et médicinales (Medina et al., 2003).

Alimentation humaine

Le fruit non mûr du papayer est consommé comme un légume cuit dans certains pays asiatiques (Mano et al., 2009). De plus, les papayes vertes ou non mûres doivent être cuites avant consommation afin de dénaturer la papaine contenue dans le latex (Damasceno et al., 2015). La papaye mûre, quant à elle, peut être consommée de différentes manières. La méthode la plus courante consiste à la déguster comme un melon : pelée, épépinée, coupée en morceaux et servie comme fruit frais. La papaye mûre est également utilisée dans la préparation de confitures, gelées, marmelades et autres produits contenant du sucre ajouté. Parmi les autres produits transformés, on trouve la purée, le nectar, le jus, les tranches ou morceaux congelés, les boissons

mélangées, la poudre de papaye, ainsi que les produits concentrés et confits (Matsuura et al., 2004 ; OECD, 2005).

Médecine traditionnelle

La papaye est riche en nutriments et en composés bioactifs qui possèdent des propriétés nutraceutiques et offrent de nombreux avantages pour la santé. Dans de nombreux pays, les différentes parties du papayer sont reconnues pour leurs vertus médicinales et thérapeutiques, aussi bien pour les humains que pour les animaux (Nagarathna et al., 2021). La pulpe de papaye est principalement utilisée pour traiter les maladies chroniques (Saeed et al., 2014), et les enzymes présentes dans les papayes facilitent la digestion (Krishna et al., 2008). Traditionnellement, les feuilles, les graines et les racines du papayer sont employées pour traiter des affections telles que la typhoïde, les maux d'estomac, le paludisme, la diarrhée, la fièvre jaune, les hémorroïdes, le diabète, les douleurs corporelles, la jaunisse, l'asthme, la tuberculose, l'obésité, les ulcères, la constipation, l'impuissance, et en tant qu'analgésiques (Ugo et al., 2019). Les fibres, le potassium et les vitamines contenus dans la papaye contribuent également à prévenir les maladies cardiaques. Augmenter l'apport en potassium et réduire la consommation de sodium sont les changements alimentaires les plus importants qu'une personne puisse faire pour diminuer son risque de maladie cardiovasculaire (Abedeem et al., 2022).

1.6. Maladies et ravageurs

Les arbres fruitiers sont sujets à des attaques de très nombreux ravageurs et maladies, dont certaines sont très graves, puisqu'elles peuvent conduire à la mort de l'arbre, certaines sont difficiles à contrôler. Ces ravageurs sont à l'origine du faible rendement obtenu par les producteurs. Le tableau 3 présente le plan de gestion de ces ravageurs et maladies (Montin et al., 2018).

Tableau 3: Principaux maladies et ravageurs du papayer et leurs méthodes de lutte (Montin et al., 2018)

Ravageurs / Maladies	Symptômes	Méthode de lutte
Acariens	<ul style="list-style-type: none"> • Apparition de petites taches jaunes sur les feuilles. • Destruction des bourgeons empêchant la production de nouvelles feuilles. • Déformation et taches sur les fruits. • Dessèchement et chute prématurée des feuilles Parasitées	Traitement avec des produits à base d'Abamectine.
Phytophthora	<ul style="list-style-type: none"> • Fruits recouverts d'un feutre blanc et tombent. • Pourriture noire du collet et des racines. 	Eviter les excès d'eau. Pulvériser avec un produit à base de neem
Nématodes	<ul style="list-style-type: none"> • Renflement des racines. • Présence de galles sur les racines. • Balaies de sorcières. • Plants chétifs (nanisme) • Feuilles vertes pâles et fruits de petite taille. 	(1) Utilisation des variétés résistantes. (2.) Utilisation des tourteaux de neem.
Anthracnose	Pourriture des fruits. <ul style="list-style-type: none"> • Pulpe des fruits devient molle avec un goût amer. • Jaunissement du feuillage. • Fruits de petite taille sans murissement 	(1.) Éliminer et brûler les plants infestés. (2.) Utiliser des semences des plants sains. (4.) Utiliser un fongicide comme Benlate (Bénomyl).
Cochenilles	Présence de petits insectes en forme de coques qui infestent les feuilles, les fruits ainsi que les troncs en saison sèche	Éliminer et brûler les feuilles atteintes. Pulvériser avec un produit à base d'acétamipride et lambda-cyhalothrine.

2. Généralités sur la fertilisation et ses subdivisions

La fertilisation est une pratique nécessaire pour maintenir ou améliorer la fertilité des sols et apporter les éléments nutritifs nécessaires à la culture (Busson et al., 2012). Elle doit être correctement évaluée pour se situer à l'optimum économique (FAO, 2005), par les mécanismes de la nutrition végétale. Elle est l'ensemble des processus qui permettent aux végétaux d'absorber dans le milieu ambiant et d'assimiler les éléments nutritifs nécessaires à leurs différentes fonctions physiologiques : croissance, développement, reproduction etc... (Benamara et Djotni, 2018). Une fertilisation équilibrée améliore également la résistance des

cultures aux maladies, aux ravageurs et à la concurrence avec les mauvaises herbes (Ndiaye, 2018).

Selon Benamara et Djotni (2018), la fertilisation a pour but :

- ✓ de créer, améliorer ou maintenir les caractéristiques biologiques et physico-chimiques du sol apte à optimiser l'absorption par les plantes des éléments nécessaires à leur croissance et au rendement ;
- ✓ d'assurer la complémentation des fournitures en provenance du sol.

2.1. Biofertilisants

Les biofertilisants sont des préparations contenant des micro-organismes vivants ou latente. Ces micro-organismes facilitent l'absorption des éléments nutritifs par les plantes cultivées en interagissant avec leur zone racinaire (rhizosphère) lorsqu'ils sont appliqués sur les semences ou directement dans le sol. Ils accélèrent certains processus microbiens dans le sol impliqués dans l'augmentation de la disponibilité des nutriments dans une forme facilement assimilable par les plantes (Vessey, 2003 ; Riaz et *al.*, 2020).

Cette approche inclus une large gamme de micro-organismes comme par exemple les rhizobactéries, les cyanobactéries, et les champignons mycorhiziens. Ceux-ci sont utiles pour la croissance, le rendement, l'assimilation de nutriments et la défense des plantes face à différents stress en déclenchant différents gènes liés à la croissance et la défense, au travers des réseaux de signaux cellulaires (Fruchart, 2016).

Les biofertilisants interviennent dans un aspect crucial de l'agriculture biologique et sont des acteurs majeurs de l'économie et de la production agricole générale à l'échelle mondiale (Assemien, 2018).

En effet, l'utilisation de champignons mycorhiziens comme les biofertilisants sur le papayer peut réduire les intrants chimiques en pépinière, ce qui permet de produire des plants de haute qualité avec une quantité moindre d'engrais (Rodriguez-Romero et *al.*, 2011). Ces mêmes auteurs ont soutenu que des papayers mycorhizés présentent significativement des teneurs plus élevées en biomasse et en macroélément dans leurs tiges que les plantes sans mycorhizes quel que soit la quantité de phosphore apportée.

2.2. Fertilisation minérale

Un engrais minéral est un matériel d'origine naturelle ou synthétique (à l'exception des matériaux de chaulage) ajouté au sol pour fournir des nutriments essentiels aux plantes, disponibles plus ou moins rapidement (Abga, 2013). La culture continue sans apport d'engrais

entraîne une baisse des rendements due à l'épuisement des sols en éléments fertilisants (Segda et al., 2001). L'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) peuvent être fournis par les engrais, ainsi que d'autres éléments indispensables tels que le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le soufre (S) et le bore (B), entre autres.

La nutrition du papayer diffère de celle des autres cultures en raison de sa croissance rapide, de sa fructification continue, de sa capacité à se nourrir abondamment et de son rendement élevé en fruits (Jones et al., 2019). En raison de ces caractéristiques, le papayer nécessite des doses élevées d'engrais pour maintenir un rendement optimal, un besoin dû à son mode de croissance indéterminé, produisant simultanément feuilles et fruits (Rammohan et al., 2023).

Parmi les facteurs nutritionnels, l'azote, le phosphore et la potasse sont de la plus haute importance. L'azote (N) est souvent le nutriment qui contribue le plus à augmenter les rendements agricoles, en favorisant un développement végétatif rapide et en donnant aux plantes une couleur verte saine (Parmar et al., 2017). Les attributs de croissance du papayer, tels que la hauteur de la plante, la circonférence de la tige et le nombre de feuilles, sont influencés par l'azote (Evangelina et al., 2015 ; Kumar et al., 2017).

Le phosphore (P) est un élément nutritif du sol nécessaire à la croissance et au métabolisme des plantes, principalement responsable de la floraison, de la nouaison et de la formation des racines. De nombreuses études (Singh et Varu 2013 ; Prajapati et Prajapati 2017) montrent que le phosphore améliore les caractéristiques reproductives des papayers, telles que la floraison, la nouaison et le rendement en fruits. Il favorise également une floraison et une fructification précoces.

Le potassium (K) joue un rôle crucial dans l'amélioration de nombreux paramètres de qualité des fruits de papaye, notamment la taille, l'apparence, la couleur, les solides solubles, le goût et la durée de conservation. Il participe à la conversion de l'amidon en sucres et accélère diverses activités enzymatiques (Panigrahi et al., 2015). Une carence en potassium à un stade précoce entraîne l'enroulement des petites feuilles et un déclin progressif de la croissance. En cas de carence aiguë, cela provoque une brûlure ou un roussissement des feuilles marginales et une décoloration (Vos et Arancon 2020).

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1 Présentation de la zone d'étude

Le cadre géographique de la présente étude est une ferme agricole à Keur Malick BA, dans la commune de Malicounda (Figure 4), située au Sud de l'arrondissement de Sindia, dans le département de Mbour, région de Thiès. Cette commune couvre une superficie de 124 km² et est limitée : au Nord la Commune de Sindia, au Sud la Commune de Nguéniène, à l'Est la Commune de Sandiara et à l'Ouest l'océan Atlantique et la Commune de Mbour.

Elle possède une façade maritime offrant un site remarquable pour le tourisme. Les coordonnées géographiques du site sont 14°49' latitude et 16°92' longitude.

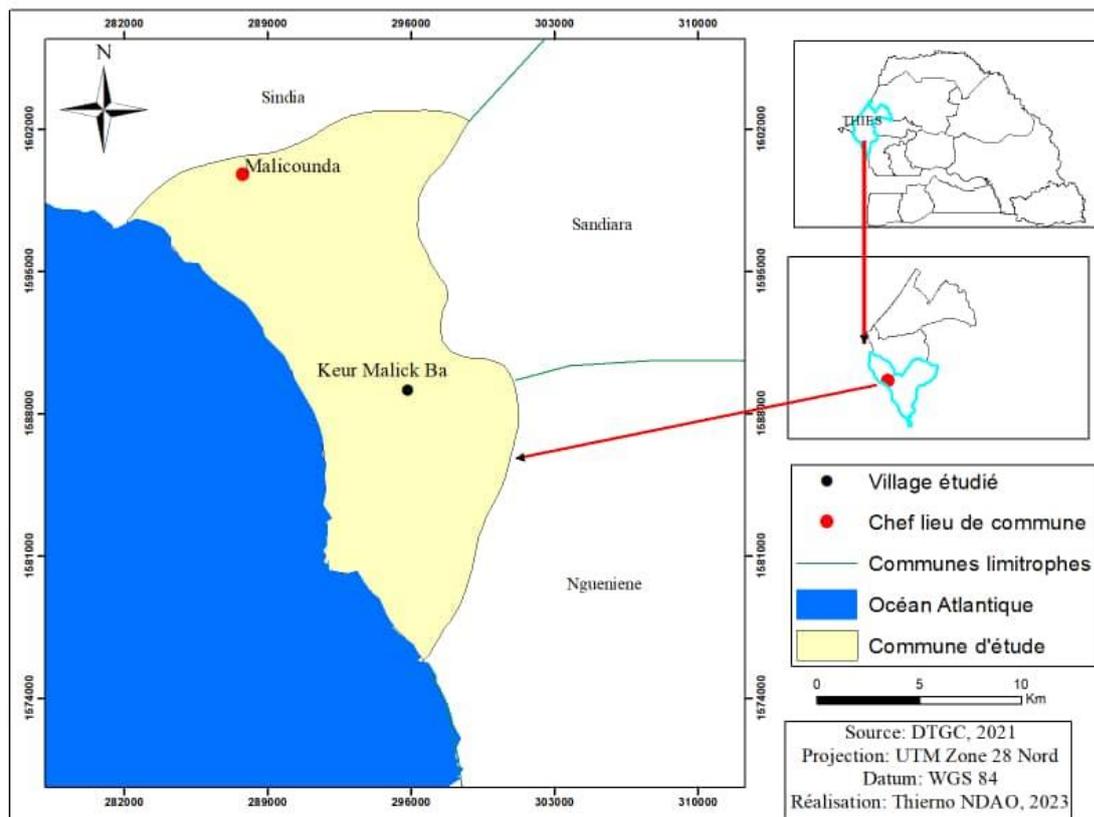


Figure 4 : Carte de localisation de la zone d'étude

La zone est située dans le domaine climatique nord-soudanien côtier. Située entre les isohyètes 500 et 600 mm. Le climat de cette zone est caractérisé par une longue saison sèche de novembre à mai et d'une courte saison pluvieuse de juin à octobre. La zone est marquée par l'influence de l'océan Atlantique (alizé maritime) et des vents continentaux (alizé continentale ou harmattan) pendant la saison sèche et par les remontées (mousson) de la zone intertropicale de

convergence pendant l'hivernage (EES, 2018). La végétation est de type savane arborée et arbustive avec un tapis herbacé qui se dessèche généralement à partir du mois de novembre.

2.2 Matériel végétal utilisé

Le matériel végétal utilisé au cours de l'expérience est la variété de papaye Red Royale. C'est une variété qui se distingue par sa petite taille naine et très productive avec 30 à 35 fruits par pied. Ses fruits sont grands avec une chair épaisse et une couleur rouge foncé. Le poids des fruits varie de 300 à 500 g et la première récolte est faite 10 mois après la plantation. Cette variété exige une chaleur, une humidité et une pluviométrie abondante et bien répartie, de 1500 à 2000 mm/an. Elle est inféodée aux sols légers, bien drainés et riches en humus.

2.3 Fertilisants utilisés

Deux types de fertilisants ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Il s'agit :

- ✓ de l'engrais minéral NPK à la formule 15-15-15 et le DAP 18-46-00 ;
- ✓ du biofertilisant MYCO'SOL BTC 13.0.6 et l'inoculum de CMA

2.4 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental (figure 5) est en blocs complets randomisés ou bloc de Fisher avec 04 répétitions ou blocs et un facteur (fertilisation). Chaque bloc est constitué de 7 parcelles élémentaires correspondant au sept (7) traitements soit au total 28 parcelles élémentaires. Chaque parcelle élémentaire à une superficie de 6 m² et compte 4 plants. La géométrie de plantation est de 4 m * 1m (1 m interligne et 4 m entre les poquets de la même ligne). La superficie totale était de 570 m² (30 m×19 m).

Le facteur fertilisation est constitué de sept (7) niveaux :

- T0 : correspondant au témoin absolu sans apport de fertilisant minéral ni biofertilisant
- T1 : 100 g DAP 18-46-0/plant
- T2 : 100 g de myco'sol/plant
- T3 : 10 g de l'inoculum de CMA/plant
- T4 : 100 g de NPK 15-15-15/plant
- T5 : 75 g de NPK15-15-15/plant
- T6 : 75 g de DAP 18-46-0/plant.

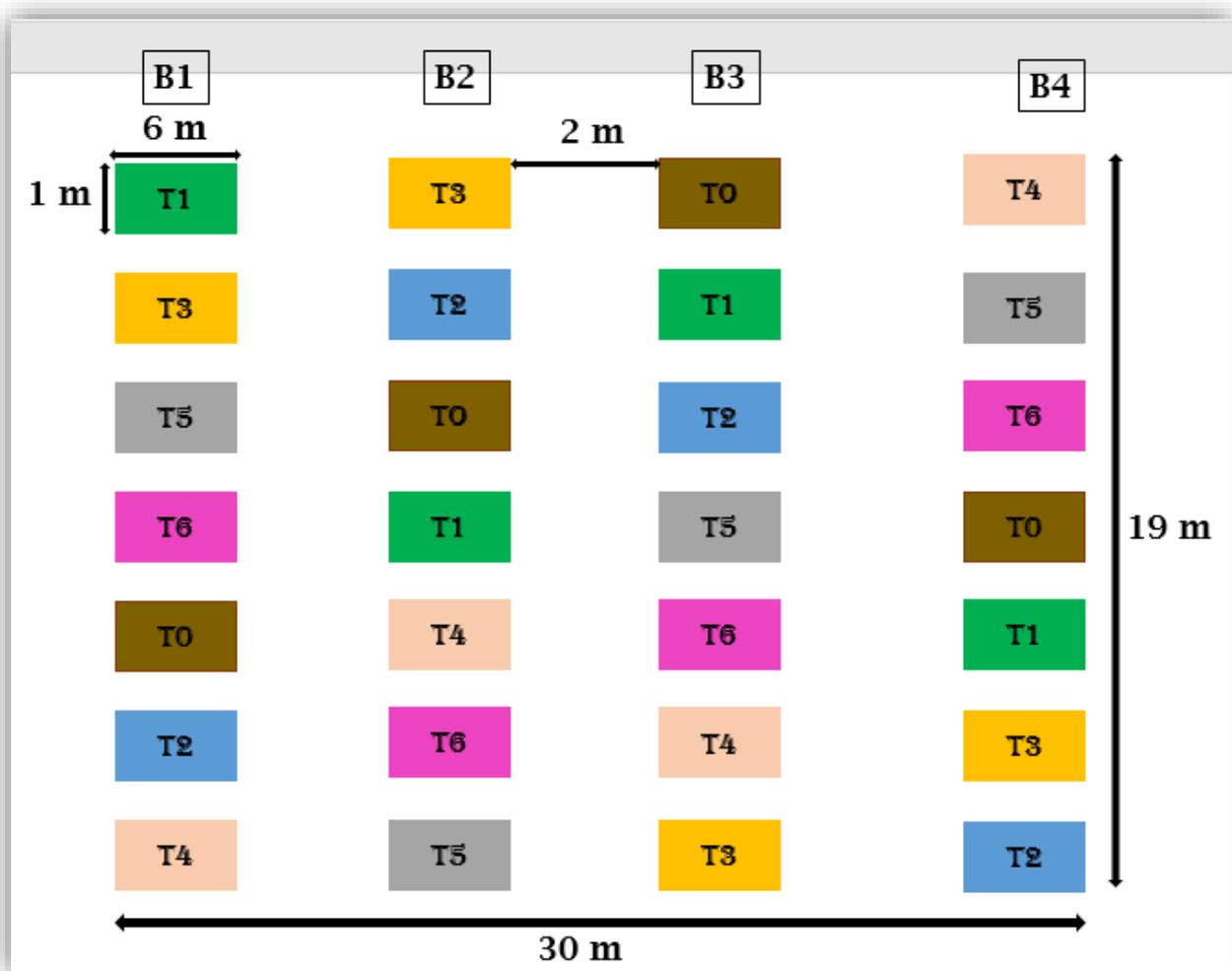


Figure 5 :Dispositif expérimental en bloc de Fisher randomisés

2.5 Conduite de l'essai

Les travaux de préparation de terrain ont consisté à un défrichage suivi d'un nivellement de terrain. La trouaison est effectuée un mois avant plantation à la dimension de 50 cm de profondeur et 50 cm de diamètre. La fertilisation minérale a été effectuée conformément aux recommandations de la recherche avec un épandage d'engrais NPK 15-15-15 et du DAP 18-46-00 à différentes dose 100g/pied et 75g/pied. Cet apport s'est fait trois fois en raison d'un apport par mois. Pour les biofertilisants, le myco'sol et l'inoculum de CMA ont été apportés pendant le semis avec respectivement des doses de 100g et 10g. Concernant l'irrigation, les plants sont arrosés chaque jour avec pour chaque plants 2 arrosoirs. Des cuvettes sont réalisées pour permettre aux plants garder l'eau.

Des désherbages ont été effectués à l'aide de binettes pour éviter une concurrence des papayers avec les mauvaises les herbes.

Des luttes préventives contre les décolorations des feuilles et contre les pucerons sont réalisées avec du FONGSIN 450 SC (composition de Thiophanate-methyl : 450 g/l), de l'azox 250 SC (composition d'Azoxystrobine : 250 g/l) et de l'idefix (composition d'Hydroxyde de cuivre : 65.6%).

2.6 Collecte des données

Les données collectées au cours de l'étude sont :

➤ La hauteur des plants :

La mesure de la hauteur a été faite sur tous les plants de la parcelle tous les 30 jours pendant quatre (4) mois. La hauteur est mesurée avec l'aide d'une règle graduée à partir du collet jusqu'à la dernière feuille la plus haute.

➤ Le diamètre au collet :

Le diamètre au collet est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse. Les mesures sont effectuées sur tous les plants sur un intervalle de 30 jours pendant 4 mois.

➤ La durée d'apparition des fleurs :

Elle consistait à faire des observations quotidiennes pour voir la date d'apparition des premières fleurs et le 50% de floraison.

➤ Sensibilité de la variété au parasitisme local :

Il s'agissait ici d'observer les plantes tous les jours pour voir s'il y avait la présence de parasites.

2.7. Enquêtes et collecte de données auprès des producteurs :

➤ Enquête téléphonique

Pour compléter les résultats observés en station, nous avons mené des enquêtes téléphoniques auprès des producteurs de papayers afin de recueillir des données qualitatives et quantitatives sur le papayer.

L'objectif de cette enquête était d'évaluer la situation générale des producteurs dans les régions de Kaolack, Tivaoune, Matam et Sédhiou. Les enquêtes ont été menées auprès de 93 producteurs sur un total de 120, répartis dans ces quatre zones : Matam (31 producteurs), Sédhiou (22 producteurs), Kaolack (20 producteurs) et Tivaoune (20 producteurs).

Les principaux paramètres évalués sont les suivants : le nombre de papayers reçus, les causes de la mortalité des plants de papayers et les symptômes des maladies affectant les papayers.

➤ **Observations de terrain**

Après les enquêtes téléphoniques, des observations de terrain ont été réalisées auprès de 7 producteurs. L'objectif de ces visites était d'évaluer le comportement de la variété utilisée (Red Royal). Les paramètres évalués comprenaient : le nombre de fruits par plante, le nombre de plantes ayant fructifié, la hauteur du premier fruit, la hauteur de fructification et la longueur des fruits.

2.8. Traitement et analyse des données

Les données collectées ont été saisies dans Excel (version 2016) et analysées avec RStudio (version 4.2.1). Les analyses de variance (ANOVA) avec un seuil de confiance de 95%, ainsi que les tests de comparaison des moyennes de Fisher, Bartlett ou Kruskal-Wallis ont été réalisés selon la normalité des données pour déterminer la significativité des différences de moyennes entre les traitements. Les données des enquêtes ont été enregistrées à l'aide de Google Forms et analysées à l'aide de feuilles de calcul Excel.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

3.1.1. Effet des traitements sur les paramètres de la croissance du papayer

3.1.1.1. Hauteur des plants de papayers

Le tableau 4 représente l'évolution de la hauteur des plants de papayers en fonction des traitements suivant les dates de mesures.

Les résultats ont montré que statistiquement les traitements n'ont induit aucune différence significative sur les hauteurs des plants aux deux premières dates de mesures ($p=0,991$ à 30 JAR et $p=0,173$ à 60 JAR). En effet quel que soit ces deux dates de mesures, on note une légère différence de hauteur des autres traitements par rapport au témoin absolu.

A 90 JAR et 120 JAR des différences significatives de hauteur sont notées entre les différents traitements ($p=0,0175$ et $p=0,0116$), les plants avec 100% NPK (T4) ont donné les plus grandes hauteurs avec respectivement (106,56 cm à 90 JAR et 128,05 cm à 120 JAR) et les plus faibles hauteurs sont observées chez le témoin T0.

Tableau 4: Variation de la hauteur des plants de papayer en fonction des traitements et des dates de mesure

Traitements	30JAR	60JAR	90JAR	120JAR
T0	40,89±3,585a	54,04±8,16a	76,9±4,82a	95,1±8,47a
T1	40,44±10,60a	68,79±9,64a	85,65±11,08ab	99,69±10,86a
T2	39,63±4,85a	59,95±3;07a	77,03±7,87a	103,23±5,06ab
T3	39,84±2,17a	59,52±13,35a	81,29±15,24ab	101,27±14,48a
T4	40,79±5,58a	72,26±11,88a	106,56±1136b	128,05±11,93b
T5	38,5±3,56a	58,72± 7,41a	83,88±9,31ab	101,17±9,14a
T6	41,44±2,95a	71,3±9,88a	90,67±14,99ab	105,61±14,87ab
Probabilités	0,991ns	0,173ns	0,0175*	0.0116*

*Sur une même colonne, les valeurs accompagnées de lettres identiques ne sont pas significativement différentes. * : significatif ; ** : hautement significatif ; *** : très hautement significatif ; NS : non significatif*

3.1.1.2. Diamètre au collet des plants de papayers

La variation du diamètre au collet selon les traitements est consignée dans le tableau 5. L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas de différence significative du diamètre au collet à 30 JAR ($p = 0,847$). Cependant, une différence très hautement significative du diamètre a été observée aux dates de 60 et 120 JAR, avec des probabilités respectives de 0,00344 et 0,00251. Le traitement T4 a produit le plus gros diamètre, avec 21,95 et 50,13 mm respectivement. Le plus petit diamètre a été observé pour le traitement T5 (75 g NPK) à 60 JAR et pour le témoin T0 à 120 JAR.

Tableau 5 : Variation du diamètre au collet des plants de papayer en fonction des traitements et des dates de mesure

Traitements	30JAR	60JAR	90JAR	120JAR
T0	8,1±2,27a	13,89±3,16a	21,69±2,74a	29,79±6,68a
T1	9,17±4,81a	17,94±2,81ab	25,56±4,43ab	33,52±5,81a
T2	8,83±1,25a	15,28±0,90a	22±2,18a	34,71±3,82a
T3	8,20±1,21a	15,88±3,34ab	24,17±4,29ab	35,59±5,93a
T4	8,43±0,65a	21,95±3,02b	35,92±6,68b	50,13±6,85b
T5	6,85±1,26a	12,91±3,11a	21,96±9,41a	30,57±8,24a
T6	8,04±1,16a	17,47±2,47ab	25,3±4,47ab	33,17±4,37a
Probabilités	0,847	0.00344 **	0.0164 *	0.00251 **

*Sur une même colonne, les valeurs accompagnées de lettres identiques ne sont pas significativement différentes. * : significatif ; ** : hautement significatif ; *** : très hautement significatif ; NS : non significatif*

3.1.2. Paramètres de la floraison

Les résultats concernant la variation de la date de début de floraison et de 50% de floraison des plants de papayer selon les traitements sont présentés dans la figure 6. L'observation des dates de floraison montre que les plantes traitées avec 100 g de NPK et 100 g de DAP ont fleuri en

premier (70 JAR), suivies des plantes avec mycorhization T3 (80 JAR), et enfin du témoin T0 (92 JAR).

Les traitements T4 (82 JAR) et T3 (89 JAR) ont atteint 50% de floraison en premier, tandis que le témoin T0 l'a atteint en dernier (133 JAR).

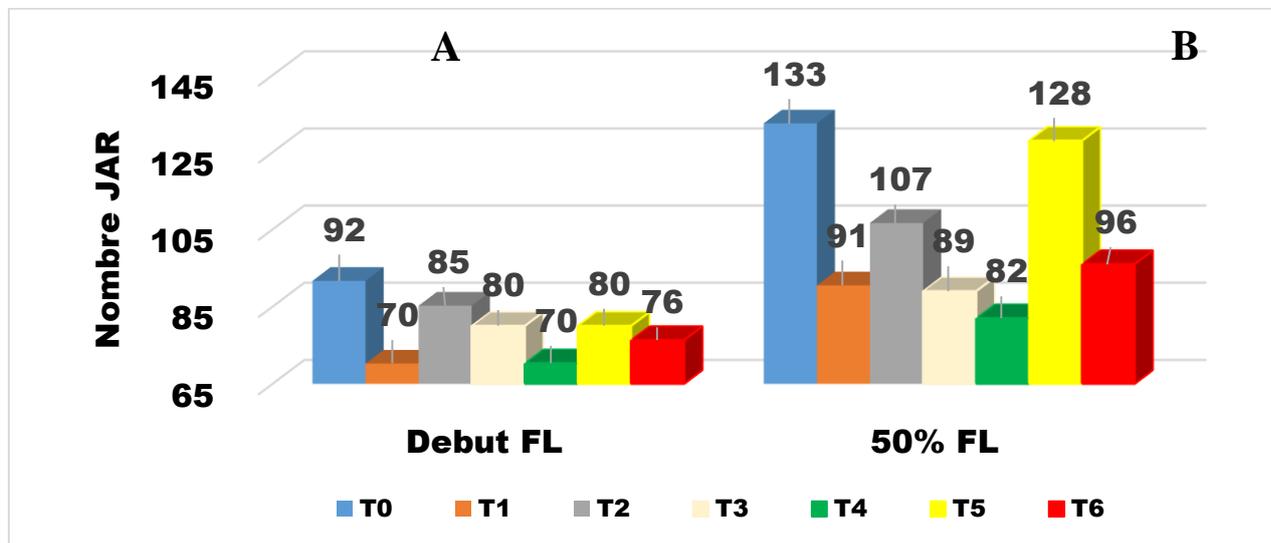


Figure 6 : Variation de la date du début floraison (A) et 50 % floraison (B) des plants de papayer en fonction des traitements

3.1.3. Paramètres phytopathologiques

Les maladies et ravageurs observés dans notre parcelle expérimentale comprenaient la pourriture des racines et du collet causé par *Phytophthora*, la cochenille du papayer et l'oïdium de la papaye. Selon les observations, les plantes traitées avec des biofertilisants étaient plus résistantes aux maladies et ravageurs avec une proportion de 25% de plants atteints.

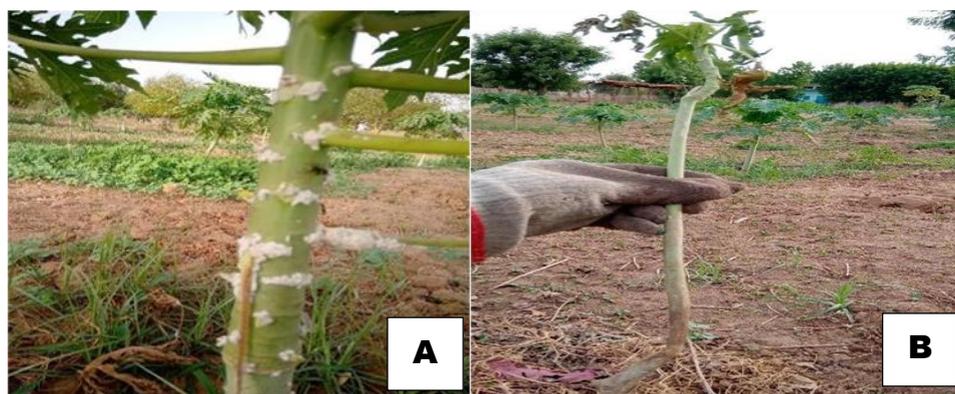


Figure 6 : Maladies observées au champ : (A) Cochenilles sur tronc de papayer ; (B) pourriture du collet

3.1.2. Résultats des enquêtes chez les producteurs

➤ Nombre de papayers reçu par producteur

La figure 7 illustre le nombre de plants de papayers reçus par les producteurs. Les résultats de l'enquête montrent que 60,3 % des producteurs ont reçu 5 plants de papayers. Seuls 13,2 % des producteurs ont reçu 10 ou 20 plants, tandis que 10,3 % ont reçu une livraison de 40 plants de papayers.

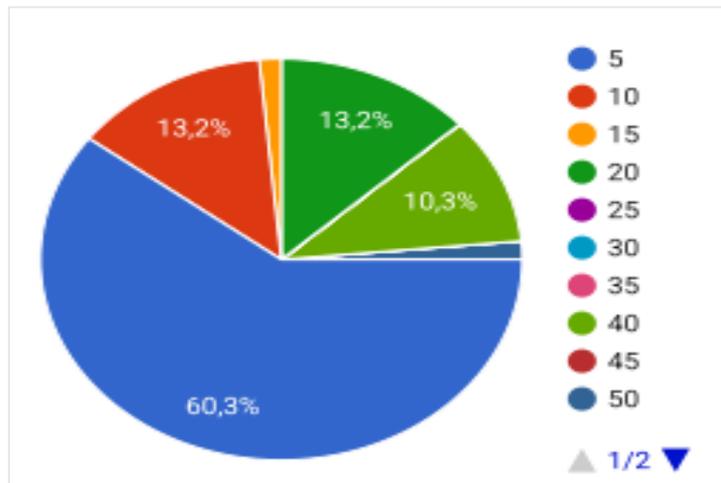


Figure 7 : Nombre de plants de papayers reçus par producteurs

➤ Taux de survie des papayers

Concernant le taux de survie des plants de papayers après leur livraison (figure 8), les résultats des enquêtes montrent que sur les 810 plants livrés dans les différentes zones des producteurs, seulement 32 % ont survécu, tandis que 68 % sont morts.

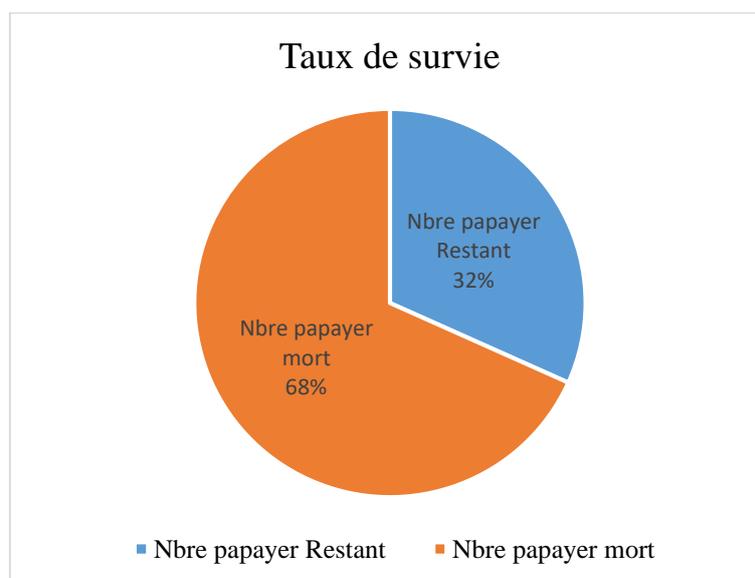


Figure 8 : Nombre de papayers restant après livraison

➤ Les causes de la mortalité des plants de papayers

La figure 9 représente les différentes causes de mortalité des papayers chez les producteurs. Les résultats de l'enquête révèlent que 45 % des producteurs ignorent les causes de mortalité des papayers. Il a été constaté que pour 28 % des sujets enquêtés, le manque d'eau est la principale cause de mortalité de leurs plants.

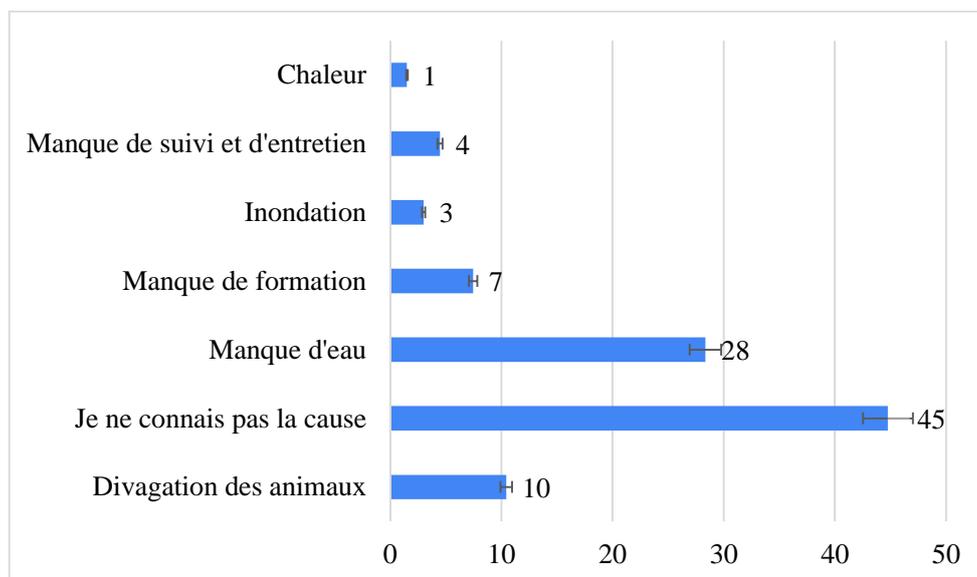


Figure 9 : Principales cause des mortalités

➤ Attaques des plants et leur description par les producteurs

Il est représenté dans la figure 10 la proportion de producteurs ayant des plants attaqués par des maladies et/ou ravageurs. Les résultats de l'enquête indiquent que 10,3 % des producteurs ont signalé des plants attaqués. Les attaques décrites par les producteurs incluent le dessèchement et la perte des feuilles, le virus de l'enroulement des feuilles, la pourriture du collet et la déformation des feuilles.

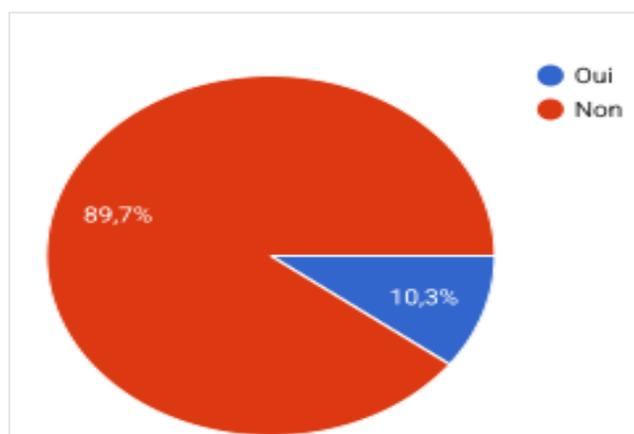


Figure 10 : Proportion de producteurs ayant constatés des attaques

➤ **Données brutes obtenues chez les producteurs de papayer**

Le tableau 6 représente les données collectées sur le terrain chez les producteurs après six mois de plantation. Les principales mesures incluent : le taux de survie, le nombre de fruits par plant, le nombre de plants ayant fructifié, la hauteur du premier fruit, la hauteur de fructification et la longueur des fruits. L'analyse des données du tableau 3 montre que les producteurs ont en moyenne reçu 20 pieds de papayers, parmi lesquels 11 plants en moyenne ont survécu. Le nombre de plants morts représente 27 % du total des plants restants. Le nombre moyen de fruits par plante est de 12. La hauteur à la première nouaison, la hauteur de fructification et la longueur des fruits sont respectivement de 74 cm, 57 cm et 18 cm.

Tableau 6: Données brutes obtenues chez les producteurs

Producteurs	Nbre de plants reçus	Nbre restants	Plants mâles	Nbre de fruits par plants	Nbre de plant fructifié	Hauteur 1er fruit (cm)	Hauteur de fructification (cm)	Longueur Fruit (cm)
Pr1	40	28	7	24	5	100	65	20
Pr2	15	6	0	6	4	80	54	16
Pr3	20	18	7	18	5	59	74	22
Pr4	5	5	1	5	3	78	49	14
Pr5	12	6	0	6	1	53	51	24
Pr6	10	8	2	10	6	75	50	15
Pr7	40	7	7	0	0	0	0	0
Moyennes	20	11	3	12	4	74	57	18

Pr : Producteurs, Nbre : Nombre

3.2. Discussion

Effet des traitements sur les paramètres de croissance du papayer

Les résultats obtenus ont révélé que l'utilisation de la dose d'engrais chimique recommandée T4 (100g) a permis d'obtenir les hauteurs de plants les plus élevées en comparaison avec les autres traitements. Cette observation peut être expliquée par la disponibilité immédiate des éléments nutritifs apportés par les engrais chimiques appliqués, essentiels pour une croissance rapide des plants. Ces résultats corroborent les travaux antérieurs de Dutordoir (2006) et d'Efthimiadou et al. (2010), qui ont affirmé que l'application d'engrais minéraux représente une source d'éléments nutritifs immédiatement assimilables par la plante, favorisant ainsi son alimentation.

L'utilisation de biofertilisants à base de champignons mycorhiziens arbusculaires a également permis d'obtenir des hauteurs de plants plus élevées que celles observées avec le témoin. Cela met en évidence le rôle bénéfique des associations mycorhiziennes dans le développement des végétaux, car elles prélèvent et transportent vers la plante des éléments nutritifs très peu mobiles dans le sol, principalement le phosphore (Duponnois et al., 2005 ; Lambers et al., 2008). Rodriguez-Romero et al. (2011) ont montré que la mycorhization des plants de papayer et d'ananas a entraîné une augmentation significative de presque tous les paramètres de croissance par rapport à tous les niveaux de fertilisation en phosphore. Des études plus récentes menées par Manuel Hidalgo et al. (2024) ont montré que la quantité d'inoculum et la concentration en phosphore ont affecté de manière significative les variables de croissance mesurées dans les plantes de *C. papaya*. De même, des recherches sur l'inoculation de champignons mycorhiziens arbusculaires ont augmenté de manière significative ($P < 0.05$) la hauteur des plants de papayers par rapport au témoin (Khade et Rodrigues, 2009).

En ce qui concerne les résultats relatifs au diamètre du collet des plants de papayer, il a été démontré que les plants fertilisés avec 100 g/plant de NPK (T4) avaient les plus gros diamètres comparés aux autres traitements. Cette différence de diamètre sous T4 était plus marquée à 60 jours après repiquage (JAR). Cela pourrait être dû à une absorption et une accumulation accrues des nutriments, en particulier du potassium, améliorant ainsi l'efficacité photosynthétique, la synthèse, la translocation et l'accumulation de glucides (Pinal Parmar et al., 2017). Les plantes ayant reçu 75 g d'engrais NPK n'ont pas montré de différences significatives comparées à celles ayant reçu 100 g. Ces résultats corroborent les recherches de Jasmitha et al. (2022), qui ont montré que la circonférence de la tige de papayer est significativement plus élevée dans le traitement contenant 100 % de la dose recommandée d'engrais. Les plantes ayant reçu un apport de champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) n'ont pas montré de différences

significatives par rapport au témoin. Ces résultats ne concordent pas avec les recherches de Cristóbal-Alejo et al. (2022), qui ont constaté que l'inoculation de CMA, comprenant *Glomus ambisporum*, *G. pustulatum*, *Claroideoglomus claroideum*, *Funneliformis geosporum* et *Ambispora gerdemannii*, augmentait significativement la croissance des plants d'*Annona muricata*, comme le démontre le diamètre des tiges.

Effet des traitements sur les paramètres de production du papayer

Pour les paramètres de floraison, nous nous sommes intéressés à l'âge d'apparition des premières fleurs. Le début de la floraison était extrêmement précoce chez tous les traitements comparés au témoin, observé avant trois mois après repiquage. Cela pourrait être dû au fait que les plantes traitées avec des engrais chimiques bénéficient d'une disponibilité rapide des nutriments, tandis que celles traitées avec des biofertilisants profitent d'une amélioration de la santé du sol et d'une stimulation des défenses naturelles, conduisant à une floraison précoce dans les deux cas. Ces résultats ne sont pas en phase avec ceux de CNRA (2008) et Diagne (2020), qui montrent que les premières fleurs apparaissent trois à quatre mois après plantation.

Sensibilité aux maladies et ravageurs du papayer

Les résultats des observations des symptômes ont montré que les plantes traitées avec des biofertilisants sont plus résistantes aux maladies et ravageurs. Cette résistance pourrait s'expliquer par le fait que les biofertilisants contiennent des organismes capables d'entrer en compétition avec les pathogènes pour les ressources et l'espace, réduisant ainsi leur capacité à infecter les plantes. De plus, certains micro-organismes produisent des substances antibiotiques qui inhibent la croissance des pathogènes.

Enquête chez les producteurs

Les résultats de l'enquête montrent que les producteurs exploitent de petites superficies. L'insuffisance des ressources en eau, combinée au manque de superficies cultivables, constitue de réelles contraintes pouvant expliquer cette situation dans la production de papayes. Ces résultats corroborent ceux de Nébié et al. (2023), qui ont constaté que les superficies des vergers de papayers chez les producteurs de la zone soudanienne du Burkina Faso sont très petites.

En ce qui concerne les causes de mortalité des papayers, 45 % des producteurs ne connaissent pas la cause de la mort de leurs plants. Cela pourrait être dû à un faible niveau de maîtrise des itinéraires techniques, lié au manque de formation des producteurs. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Cissé et al. (2024), qui ont constaté que les professionnels agricoles étaient minoritaires parmi les producteurs de papayers rencontrés dans la zone des Niayes.

La principale cause de mortalité des papayers est le manque d'eau. L'eau, qui est un facteur limitant pour la production de plants de papayer, est particulièrement importante lors de la

floraison, de la nouaison et du développement des fruits. Son absence entraîne une réduction de l'absorption des nutriments (Oliveira et al., 2018). Selon Montin et al. (2018), le papayer a un besoin hebdomadaire en eau de 25 litres par pied.

L'enquête révèle que les contraintes phytosanitaires freinent également la culture de la papaye en raison de la fragilité de l'espèce *Carica papaya*, due à la taille de son génome et à la faible diversité génétique du genre *Carica* (Porter et al., 2014). La pourriture du tronc et/ou du collet et le virus de l'enroulement des feuilles du papayer ont été identifiés par les producteurs comme étant les ennemis dévastateurs de leurs plantations. Selon Kimba et al. (2022), ce virus a été observé par les producteurs de papayers rencontrés à Niamey.

Les résultats des données brutes obtenues chez les producteurs ont montré une production moyenne de 12 fruits par plante. Ce faible nombre de fruits par plante pourrait être dû à des maladies et ravageurs et à des pratiques culturales inadéquates. Ces résultats sont contraires à ceux de Deepika (2023), qui montre que les plants de papayer de la variété naine Red Lady produisent plus de 30 fruits par plante à chaque saison de nouaison.

Concernant la hauteur de la plante à la première nouaison et la hauteur de fructification, les résultats ont montré des valeurs respectives de 74 cm et 57 cm. Ces valeurs pourraient être dues par le fait que les producteurs ont reçu aussi une variété naine qui porte des fruits à 60-80 cm de hauteur.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude a permis de mettre en évidence l'effet de la fertilisation minérale et des biofertilisants sur les performances agronomiques du papayer et de faire un diagnostic de la situation des papayers des producteurs de Sama Mbey.

Les résultats ont montré l'application de 100 g de NPK (T4) a permis d'augmenter significativement la hauteur et le diamètre des papayers. Pour l'âge de la floraison, il a été précoce chez tous les traitements par rapport au témoin. Concernant la sensibilité de la variété par rapport au parasitisme locale, la pourriture des racines et du collet à phytophthora, la cochenille du papayer et l'oïdium de la papaye ont été notés en station.

Les résultats des enquêtes auprès des producteurs ont montré que les superficies des vergers de papayers sont de petites tailles. La principale cause de la mortalité des papayers est le manque d'eau. La pourriture de la tige et du collet et le virus de l'enroulement des feuilles étant les maladies les plus fréquentes. Il a été noté aussi que la variété utilisée par les producteurs se distingue par sa taille naine. Les résultats de cette étude interpellent tous les acteurs de la chaîne de valeur papaye à entreprendre des actions afin de relever le niveau de fertilité de leurs exploitations mais aussi de lutter contre les maladies et ravageurs pour sauvegarder la culture du papayer.

Au regard des résultats obtenus, nous recommandons de :

- Reconduire l'essai avec d'autres variétés de papayers pour confirmer ou infirmer nos résultats ;
- Combiner les biofertilisants et les fertilisants chimiques pour voir leurs effets sur le papayer ;
- Remplacer l'engrais minéral par l'engrais organique pour plus jouer sur la durabilité ;
- Faire l'inoculation au début de la pépinière pour augmenter leur performance après transplantation ;
- Poursuivre le test pour voir l'effet des traitements sur le rendement ;

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abedeem Zainu M.d., Jyothi N.V., Suleman S. (2022).** Health benefits of papaya. *International Journal of Advanced Academic Studies*; 4(4): 101-104.
2. **Abga P.T., (2013).** Détermination des options de fertilisation organo-minérale et de densité de semis pour une intensification de la production du maïs dans la région de l'Est du Burkina Faso. Mémoire de Master II en Science du sol, Institut du Développement Rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Burkina Faso. 85 p.
3. **Aravind. G, Debjit B, Duraivel. S, Harish. G (2013).** Traditional and Medicinal Uses of *Carica papaya*. *Journal of Medicinal Plants Studies* : 7-15.
4. **Ashish B.W., Minakshee G.N., Wrushali A.P., Bhushan R.G., Jagdish V.M., et Ravindra L.B. (2021).** Morphology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Carica papaya*, an review. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 2021, 14(03), 234–248
5. **Assemien E.A., (2018).** Impact de pratiques agricoles conventionnelles et innovantes sur la fertilité des sols et les acteurs microbiens impliqués dans la zone de savanes humides de Côte d'Ivoire. Thèses de Doctorat, Universités Claude Bernard de Lyon 1 et Nangui Abrogoua, 205p
6. **Benamara H. et Djotni S. (2018)** Etude d'optimisation de la fertilisation minérale sur la croissance et le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf) dans la région de Guelma. Mémoire de Master : Filière : Sciences agronomiques Spécialité : Option : Phytopathologie et phytopharmacie et la protection de végétaux Département : Ecologie et Génie de l'Environnement Université de Guelma, Algérie, 15-16-17p.
7. **Bencherif K. Boutekrabt A, Fontaine J, Laruelle F, Dalpè Y, Anissa LHS (2015).** Impact of soil salinity on arbuscular mycorrhizal fungi biodiversity and microflora biomass associated with *Tamarix articulata* Vahl rhizosphere in arid and semi-arid Algerian areas. *Science of the Total Environment*, 533 : 488-494.
8. **Busson S., Chabalièr PF., Cottineau JS., De Laburthe B., Fournier P., Leroux K., Van De Kerchove V., Salgado P., (2012).** Chapitre 2 : Amendements et engrais. Guide des bonnes pratiques agricoles à la Réunion, Système d'information sur l'eau du bassin Réunion, pp. 62-115.
9. **Chia C. L., Manshardt Richard M. (2001).** Why Some Papaya Plants Fail to Fruit.
10. **Cissé A.M.C., Dieye C., Diedhiou P.M., Mbacké B. et Diedhiou I. (2024).** Typologie des exploitations productrices de papaye dans la zone des Niayes (Sénégal). *Journal*

internationale d'horticulture et de science alimentaire, E-ISSN : 2663-1067 P-ISSN: 2663-1075, 8 p.

11. **Cristóbal-Alejo J., Lima-Burgos A., et Tun-Suárez J.M. (2022).** Hongos micorrízicos arbusculares aceleran el tiempo de crecimiento de portainjertos de guanábana (*Annona muricata* L.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 9(1), 1-9.
12. **Damasceno J.P.C., Pereira T.N.S., Silva F.F.d., Reis M.V.M., Pereira M.G. (2015).** Diversidade genética em duas espécies de Caricáceas e suas relações genéticas com *Carica papaya* L. *Revista Ciência Agronômica*;46:733-9.
13. **Davet, P. (1996).** Vie microbienne du sol et production végétale. Paris, *Éditions Quae*, 383 p.
14. **Deepika M. (2023).** Papaya Cultivation Practices: The Ultimate Guide for a Rich Harvest. BigHaat 2023.
15. **de-Oliveira, J., Vitoria, A. (2011).** Papaya: nutritional and pharmacological characterization and quality loss due to physiological disorders. An overview. *Food Research International* 44, 1306-1313.
16. **Diagne A. (2020).** Impact de la fertilisation organo-minerale et de l'inoculation avec les champignons mycorhiziens arbusculaires rhizophagus fasciculatus (thaxt.) sur la croissance et le développement du papayer (*Carica papaya* l.) dans le bassin arachidier. Mémoire de Master en agriculture, département de productions végétales (DPV), Institut Supérieur De Formation Agricole Et Rurale (ISFAR) ex ENCR, 63 p.
17. **Duponnois, R., Colombet, A., Hien, V., Thioulouse, J. (2005).** The Mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of *Acacia holosericea*. *Soil Biology, Biochemistry*, 37: 1460-1468.
18. **Dutordoir, C.D. (2006).** Impact de pratiques de gestion de la fertilité sur les rendements en mil dans le Fakara (Niger). Mémoire de Bio-ingénieur, Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale, Université Catholique de Louvain, p. 33-140.
19. **Eftimladou, A., Bilalis, D., Karkanis, A., Froud-Williams, B. (2010).** Combined organic/inorganic fertilization enhance soil quality and increased yield, photosynthesis and sustainability of sweet maize crop. *Aust. J. Crop Sci.*, 4 : 722-729.
20. **Evangelina QA, Rincon-Enriquez E, Hernandez-Cuevas G, Veronica L, Lopez-PA Copyrightrez L (2015).** Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen concentrations on *Carica papaya* plant growth. *Int J Agric Biol* 17(1) : 119-126.

21. **Fabert C. M. (2011).** Le papayer (*Carica papaya* L.) de la médecine traditionnelle à la médecine actuelle. Etudes Botanique et pharmacognosique. Thèse pour le diplôme d'Etat de Docteur en pharmacie, faculté de pharmacie, Université de Limoges, p. 129.
22. **FAO (2020).** Principaux fruits tropicaux. Analyse du marché. 22 p.
23. **FAO (2005).** Utilisation des engrais par culture en Algérie. FAO. 27-31-34p
24. **Fruchart, (2016).** Plant Responses to Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *European Journal of Plant Pathology*, 119 (3).
25. **Garbaye, J. (2013).** La symbiose mycorhizienne : Une association entre les plantes et les champignons. *Paris, Editions Quae*, 280 p.
26. **Girre Loïc (2006).** Médicaments des troubles digestifs, surtout d'origine hépatique ou biliaire. In *Les plantes et les médicaments : l'origine végétale de nos médicaments. Paris : éditions Delachaux et niestlé*. P139.
27. **Hidalgo, M., Ramos, C., Luis-Alaya, B., Vera-Vega, M., Linares-Huapay, S., Pedro, J., Lezama-Asencio, P., & Chaman, M. (2024).** Rhizophagus irregularis and P Fertilization Induce *Carica papaya* Growth after the Acclimatization Phase. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(1), e3371.
28. **Hopkins, W.G. (2003).** Physiologie végétale. Bruxelles, De Boeck Supérieur, 532 p.
29. **Jasmitha BG, Honnabyraiah MK, Athani SI, Shivanna M, Devappa V and Jayashree Ugalat. (2022).** Impact of integrated nutrient management and fertigation on growth parameters of papaya (*Carica papaya* L.) cv. Arka Prabhath under different growing condition. *The Pharma Innovation Journal*; 11(2): 2793-2802.
30. **Jiménez, V.M., Mora-NewcomerE., Gutiérrez-SotoM.V. (2014).** Biology of the Papaya Plant. In *Genetics and Genomics of Papaya, edited by Ray Ming and Paul H. Moore*, 17-33. New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8087-7_2.
31. **Jone A, Ray PK, Soorianatha Sundaram K, Patil P, Tiwari A, Sujatha KB (2019).** Response of papaya to split application of inorganic nutrients at various stages of growth. *Int J Chem Stud* 7(5): 35- 39.
32. **Kanwar A, Sahu GD, Panigrahi HK (2020).** Impact of integrated nutrient management on yield and quality parameters of papaya (*Carica papaya* L.) cv red lady under net house. *J. Pharmacog. Phytochem* 9(3): 1443-1445.
33. **Khade SW, Rodrigues BF (2009).** Studies on arbuscular mycorrhisation of papaya. *African Crop Science Journal* 11(3):155-165.

34. **Kimba A., Delmas P., et Iboune M., 2022.** Conseiller en arboriculture : Deux ennemis du papayer présents dans la Région de Niamey. Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA) et Chambre Régionale d'Agriculture de Niamey (CRA), 3 p.
35. **Krishna, K. L., Paridhavi, M., Patel, J. A. (2008).** Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of papaya (*Carica papaya* Linn.). *Natural Product Radiance* 7, 363-373.
36. **Krishnan, P., BhatR., KushA., et RavikumarP. (2012).** Isolation and functional characterization of bacterial endophytes from *Carica papaya* fruits. no 113: 308--317. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05340.x>
37. **Labidi, S. et al. (2012).** Role of arbuscular mycorrhizal symbiosis in root mineral uptake under CaCO₃ stress. *Mycorrhiza*, 22 (5) : 337-345.
38. **Lambers, H., Raven, J.A., Shaver, G.R., Smith, S.E. (2008).** Plant nutrient-acquisition strategies change with soil age. *Trends in Ecology, Evolution*, 23: 95-103.
39. **Mano R, Ishida A, Ohya Y, Todoriki H, Takishita S. (2009).** Dietary intervention with Okinawan vegetables increased circulating endothelial progenitor cells in healthy young women. *Atherosclerosis*. 204(2):544-8.
40. **Marschner, H. (1995).** Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edition. *Cambridge, Academic Press*, 889p.
41. **Matsuura FCAU, Folegatti MID, Cardoso RL, Ferreira DC. (2004).** Sensory acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and acerola. *Scientia Agricola.*; 61:604-8.
42. **Medina JDLC., Gutiérrez G.V., García H.S. (2003).** PAPAYA Post-harvest Operations. INPhO - Post-Harvest Compendium. *Edited by AGSI/FAO*.
43. **Ming, R., YuQ., MooreP., PaullR., ChenN., WangM.-L., ZhuY., SchulerM., JiangJ., and PatersonA. (2012).** Genome of papaya, a fast-growing tropical fruit tree. *Tree Genetics & Genomes* 8 (juin). <https://doi.org/10.1007/s11295-012-0490-y>.
44. **Montin A., Lègba C. E., Aglinglo A. L., Francisco A. R., Fassinou Hotègni V. N., Achigan-Dako G. E. (2018).** Fiche technique synthétique pour la production de la Papaye (*Carica papaya* L.). *Laboratory of Genetics, Horticulture and Seed Science* (GBioS), Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 5p.
45. **Nagarathna, S. B., Jain S. K., Champawat P. S., Renu Mogra, Maherchandani J. K. (2021).** Nutritional and health benefits of papaya: a review. *Journal of Postharvest Technology*, 09(3): 61-67.

46. **N'Da A. A., N'Guessan A., Djaha A., Hala N., Kouassi K. N., Coulibaly F., Edo K., Zongo E. (2008).** Bien cultiver le papayer en Côte d'Ivoire. Direction des programmes de recherche et de l'appui au développement - Direction des innovations et des systèmes d'information p. 4.
47. **Ndiaye A., (2018).** Effet de la fertilisation organo-minérale sur la croissance et le rendement du mil Sanio (*Pennisetum glaucum* L. R. Br) en Haute Casamance (Sénégal). Mémoire de master en Agroforesterie. Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ). 40 p.
48. **Nébié K., Sanané I., Tassembédo B. and Sawadogo A. (2023).** Connaissance et pratiques de gestion de la cochenille farineuse du papayer *Paracoccus marginatus* (Hemiptera : Pseudococcidae) chez les producteurs de papaye dans la zone soudanienne du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 189: 19925- 19942.
49. **OECD. (2005).** Consensus Document on the Biology of Papaya (*Carica papaya*). Paris: OECD (Organisation for the Economic Cooperation and Development) Environment Directorate;
50. **Oliveira, F. S. et al., (2018).** Competition between cowpea and weeds for water: Effect on plants growth. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 13, n. 1, p. 1-7.
51. **Panigrahi HK, Annu V, Narendra P (2015).** Effect of different levels of fertigation through water-soluble fertilizers on growth, yield and quality parameters of papaya (*Carica papaya* L.). *Int J Tropic Agric* 33(4): 3587-3589.
52. **Parmar P, Patil SJ, Kumar S, Chaudhari AM, Tandel BM (2017).** Response of fertilizer application on growth of papaya var. red lady. *Int J Curr Microbiol Appl Sci* 6(12): 2375-2379.
53. **Peter J, Kumar Y, Pandey P, Masih H. (2014).** Antibacterial Activity of Seed and Leaf Extract of *Carica Papaya* var. Pusa dwarf Linn. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*;9(2):29-37.
54. **Pinal Parmar, S.J, Patil, Sanjeev Kumar M, Chaudhari Asha, Tandel, B.M. (2017).** Response of Fertilizer Application on Growth of Papaya Var. Red Lady. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 6(12): 2375-2379. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.274>
55. **Prajapati P, Prajapati GSM (2017).** Studies on effect of fertigation level and response of mulching on growth and yield parameters of papaya (*Carica papaya* L.) under Chhattisgarh plains. *J Pharmacogn Phytochem*, pp 614-618.

56. **Programme Initiative Pesticide (PIP), (2011).** Itinéraire Technique Papaye (*Carica papaya* L.) 54 p.
57. **Porter, B.W., Christopher D.A., and Zhu Y.J. (2014):** Genomics of Papaya Disease Resistance. In Genetics and Genomics of Papaya, *edited by Ray Ming and Paul H. Moore*, 277-307.
58. **Rammohan Y., Sivaprasad M., Ramadugu S., Reddy C.M., Koteswarrao S., Reddy S.K. (2023).** Studies on the Effect of Split Application of NPK Fertilizers on Growth and Yield of Papaya under Central Dry Zone of Karnataka, *Environment and Ecology* 41 (3A) : 1585—1590.
59. **Riaz U., Murtaza G., Anum W., Samreen T., Sarfraz M., Nazir M.Z., (2020).** Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) as biofertilizers and biopesticides. *Microbiota and Biofertilizers*, 4, 181-196.
60. **Rillig, M.C. et al. (2002).** The role of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin in soil aggregation: comparing effects of five plants species. *Plant and Soil*, 238 : 325-333.
61. **Rodríguez-Romero A.S., Azcón R., Jaizme-Vega M.D.C. (2011).** Early mycorrhization of two tropical crops, papaya (*Carica papaya* L.) and pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr.], reduces the necessity of P fertilization during the nursery stage. *Fruits*, 2011, vol. 66, p. 3–10.
62. **Saeed, F., Arshad, M.U., Pasha, I., Naz, R., Batool, R., Khan, A. A., Nasir, M. A., Shafque, B. (2014).** Nutritional and phytotherapeutic potential of papaya (*Carica papaya* Linn.): an overview. *International Journal of Food Properties* 17:1637– 1653.
63. **Segda Z., Lompo F., Wopereis M. C. S., Sedogo M. P., (2001).** Amélioration de la fertilité du sol par utilisation du compost en riziculture irriguée dans la vallée du Kou au Burkina Faso. *Agronomie africaine*, 13 (2) : 45-58.
64. **Sharma A, Joshi A, Sharma P, Bachheti R, Husen Azamal (2020).** Phytochemistry, pharmacological activities, nanoparticle fabrication, commercial products and waste utilization of *Carica papaya* L.: A comprehensive review. *Current Research in Biotechnology*. 2020; 2:145-160.
65. **Sharron Bedasie-Joseph (2008).** Papaya Production. Extension Training and Information Services Division Ministry of Agriculture Land and Marine Resources Trinidad and Tobago.
66. **Singh JK, Varu DK (2013).** Effect of integrated nutrient management in papaya (*Carica papaya* L.) cv Madhubindu. *Asian J Hortic* 8(2): 667-670.

67. **Somda B. B., Ouattara B., Serme I., Pouya M. B., Lompo F., Taonda S. J. B., et Sedogo P. M., (2017).** Détermination des doses optimales de fumures organo-minérales en microdose dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. In : *International Journal of Biological and Chimical Sciences*, 11(2): 670-683, 15 pages.
68. **Tchokozi Mèm (2023).** Efficacité d'un complexe de biofertilisants à base de champignons sur la productivité de la tomate (*Solanum lycopersicum*) au Togo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. p-ISSN: 2028-991X www.agrimaroc.org. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10430937>
69. **Telemans B. (2012).** La culture du papayer au Sénégal. Dakar : Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA); p. 14.
70. **Ugo, N. J., Ade, A. R., Joy, A. T. 2019.** Nutrient composition of *Carica papaya* leaves extracts. *Journal of Food Science and Nutrition Research* 2(3), 274-282.
71. **USAID (2011).** "National Nutrient Database for Standard Reference Release 25." Nutrient data for 09226, Papayas, raw.
72. **Vessey J. K., (2003).** Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant soil*, 586p.
73. **Vos C, Arancon N (2020).** Soil and plant nutrient management and fruit production of papaya (*Carica papaya*) in Keaau, Hawaii *J Pl Nutri* 43(3): 384-395.
74. **Yogiraj VA, Goyal PK. (2014).** *Carica papaya* Linn: An Overview. *International journal of Herbal Medicine* 2014; 2(5):01- 08.
75. **Yu, Q., TongE., SkeltonR.L., Bowers J.E., JonesM.R., MurrayJ.E., HouS., et al. (2009).** A Physical Map of the Papaya Genome with Integrated Genetic Map and Genome Sequence. *BMC Genomics* 10 (1): 371. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-10-371>.
76. **Zeinabou H., Mahamane S., Bismarck N. H., Bado B. V., Lompo F. et André B., (2014).** Effet de la combinaison des fumures organo-minérales et de la rotation niébé-mil sur la nutrition azotée et les rendements du mil au sahel. In : *International Journal of Biological and Chimical Sciences*, 8(4): 1620-1632, 13 pages.
77. **Zimmerman T W. (2003).** Determining the sex of papaya plants for successful management and backyard and commercial production. University of the Virgin Island.

ANNEXES

Fiche d'enquête :

Connaître la situation des papayers des producteurs

Objectifs

- Faire l'inventaire des papayers des producteurs
- Faire l'inventaire des papayers mâles des producteurs
- Connaître le stade cultural des papayers
- Connaître la situation sanitaire des papayers

ndaothierno185@gmail.com [Changer de compte](#)

Non partagé

*** Indique une question obligatoire**

SUIVI PRODUCTEURS PAPAYA PILOT



Zone producteur *

TIVAOUANE

MATAM

KAOLACK

SEDHIOU

ID Producteur *

Votre réponse

Disponibilité *

A décroché

Sonne dans le vide

Boîte vocale

Faux numéro

[Suivant](#) [Effacer le formulaire](#)

Connaître la situation des papayers des producteurs

ndaothierno185@gmail.com [Changer de compte](#)



Non partagé

* Indique une question obligatoire

A décroché

Bonjour, je suis _____ je t'appelle du bureau
Sama Mbey de Thiès. *

*Prendre des nouvelles ainsi que de la famille
Installer une atmosphère joyeuse (blagues,
cousinage à plaisanterie...)*

Je t'appelle aujourd'hui parce que nous voulons
avoir la situation des papayers que nous vous
avons livrés. As-tu un peu de temps à
m'accorder s'il te plaît ?

Oui

Non

[Retour](#)

[Suivant](#)

[Effacer le formulaire](#)

Combien de plants de papayers avez vous reçu ? *

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
- 70
- 75
- 80
- 85
- 90
- 95
- 100

Combien de plants de papayers sont vivants ? (mettre uniquement le chiffre sans le précéder de 0)

Votre réponse _____

Pouvez vous nous indiquer les causes des mortalités de vos papayers ? *

- Manque d'eau
- Divagation des animaux
- Manque de formation
- Manque de suivi et d'entretien
- Chaleur
- Inondation
- J'ai appliqué du fumier non décomposé
- Je ne connais pas la cause

Combien de plants de papayers sont mâles ? (mettre uniquement le chiffre sans le précéder de 0) *

Votre réponse _____



Connaître la situation des papayers des producteurs

ndaothierno185@gmail.com [Changer de compte](#)



 Non partagé

Remarques du producteur

Est-ce que vous avez des remarques ou suggestions ?

Votre réponse

Retour

Suivant

Effacer le formulaire