



Évaluation des effets des bio fertilisants (Fientes de poule et bouse de vache) et DAP sur le rendement de la variété mus de maïs (Zea mays L.) à Kalenda Baya

PAR KABAMBA NGOMBE Gabriel chef des travaux

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.21722812>

Résumé

Cette étude évalue l'impact de biofertilisants organiques (fientes de poule, bouse de vache) et d'engrais minéraux (DAP et urée) sur la croissance et le rendement de la variété de maïs Mus1 dans la région de Mwene-Ditu (Province de Lomami, RDC). L'objectif principal est de valoriser les ressources organiques locales pour améliorer la productivité des petits exploitants agricoles face à la baisse de fertilité des sols tropicaux.

L'expérimentation a été menée sur deux sites (Kalenda Baya et Muena Ndaya) selon un dispositif en blocs complets randomisés (pp. 4, 8). Six traitements ont été testés : un témoin non fertilisé (T0), une formule minérale NP (T1), des fientes de poule seules (T2), de la bouse de vache seule (T3), et deux combinaisons de gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) associant demi-dose organique et demi-dose minérale (T4 et T5).

Les traitements organo-minéraux (Fientes+NP et Bouse+NP) ont induit le meilleur développement végétatif (diamètre au collet, hauteur et nombre de feuilles). Cependant, sur le plan de la production grainière, la formule minérale exclusive NP (DAP + urée) a généré les rendements les plus élevés, suivie de près par les combinaisons intégrées (GIFS) (pp. 17, 20). Aucun traitement n'a franchi la barre des 2,5 t/ha en raison des contraintes intrinsèques de fertilité de la zone (p. 17).

ABSTRAT

This study evaluates the impact of organic biofertilizers (chicken manure, cow dung) and mineral fertilizers (DAP and urea) on the growth and yield of the Mus1 maize variety in the Mwene-Ditu region (Lomami Province, DRC) (pp. 1, 3, 6). The main goal is to promote local organic waste management to enhance smallholder agricultural productivity against the decline of tropical soil fertility).

The experiment was conducted across two sites (Kalenda Baya and Muena Ndaya) using a randomized complete block design (pp. 4, 8). Six treatments were implemented: an unfertilized control (T0), a pure mineral NP formula (T1), chicken manure alone (T2), cow dung alone (T3), and two Integrated Soil Fertility Management (ISFM) combinations merging half-dose organic with half-dose mineral options (T4 and T5).

Organo-mineral treatments (Chicken manure+NP and Cow dung+NP) induced the best vegetative development, yielding superior plant height, collar diameter, and leaf numbers. However, regarding grain production, the exclusive mineral NP fertilization (DAP + urea) recorded the highest overall yields, closely followed by the integrated

ISFM treatments (pp. 17, 20). None of the fields crossed the 2.5 t/ha threshold due to severe local soil fertility limitations.

1. Introduction

La sécurité alimentaire reste un défi majeur à l'échelle mondiale et particulièrement en Afrique Subsaharienne (ASS). Face à une population croissante, la production de cultures vivrières de base devient une priorité absolue pour les acteurs du secteur agricole. En République Démocratique du Congo (RDC), le maïs (*Zea mays L.*) s'impose comme la principale céréale alimentaire traditionnelle. Sa forte productivité et son excellent rapport grain/paille en font un pilier stratégique pour les politiques d'autosuffisance et d'intensification agricole.

Cependant, la production locale de maïs se heurte à des contraintes environnementales sévères. Dans les régions de savane, les pratiques culturales inappropriées et les conditions climatiques agressives entraînent une dégradation physique, chimique et biologique continue des terres). Les sols tropicaux, naturellement acides et pauvres en matière organique, subissent un lessivage intense. Ce phénomène favorise la conservation du fer et de l'aluminium, qui complexifient le phosphore et le rendent indisponible pour les plantes). Or, le maïs est une culture hautement exigeante en nutriments, particulièrement en phosphore. (BONO, 1981)

Pour pallier ces carences, l'usage d'engrais minéraux est indispensable, mais se heurte à des barrières économiques. Les engrais chimiques coûtent cher et leur accès reste très limité pour les petits producteurs paysans, qui assurent pourtant près de 80 % de la production agricole en RDC. À l'inverse, la province de Lomami regorge de potentialités sous-exploitées en matière de fumure organique (p. 2). Les élevages domestiques de poules et les fermes bovines environnantes génèrent d'importantes quantités de fientes et de bouse de vache (p. 2). Ces ressources locales représentent une opportunité majeure pour restaurer la fertilité des sols à moindre coût. (BADU-APRAKU et al, 2009)

- **Évaluer** l'impact des fientes de poule et de la bouse de vache sur la fertilité du sol.
- **Comparer** l'efficacité de ces biofertilisants par rapport à l'engrais minérale DAP.
- **Analyser** la réponse et les interactions de la variété de maïs Mus face à ces différents types de fertilisation.

La question principale de recherche est la suivante

- L'apport au sol de bio fertilisants à base de fiente de poule et bouse de vache contribuerait-il, indistinctement de la variété, à améliorer la production du maïs à Mwene-ditu comparativement à l'engrais minéral DAP dans les conditions édapho-climatiques de Mwene Ditu ?
- La variété Mus de maïs présentent-elle des réponses différenciées à l'apport des bio fertilisants dans les conditions édaphiques de Mwene-ditu ?
- Existente-t-il une interaction significative entre le type de fertilisation (Bio fertilisants ou engrais minéral) et la variété mus sur la production de maïs à Mwene-Ditu ? (BALMA ET OUEDRAOGO, 2005)

Quelques hypothèses s'imposent :

L'apport de bio fertilisants à base de fiente de poule et de bouse de vache aurait un effet significatif sur la production du maïs comparativement à l'engrais minéral DAP dans les conditions édapho-climatiques de Mwene-Ditu.

Dans la spécificité Les différentes variétés de maïs présenteraient des réponses significativement différentes à l'apport des bio fertilisants dans le sol de Mwene-Ditu ; Il existerait une interaction significative entre le type de fertilisation (bio fertilisants ou engrais minéral) et les variétés de maïs sur la production du maïs à Mwene-Ditu.

Le but principal de cette étude est de valoriser la fumure organique des ménages ou d'élevage domestique dans la production agricole pour améliorer le rendement du maïs chez les petits producteurs ou paysans dans la province de Lomami.

Dans le temps notre recherche a duré 125 Jours du mois de septembre au mois de janvier pour l'exploitation de toutes les potentialités des variétés de maïs dans deux sites agricoles dans la région de Mwene-ditu.

2. Milieu, Matériel et méthodes

2.1. Milieux d'étude

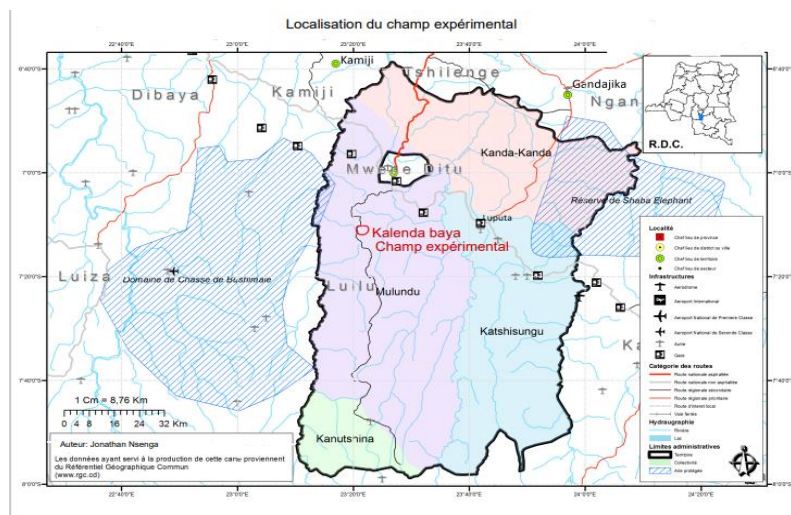
Deux sites de recherche ont fait l'objet du milieu d'étude. Il s'agit site de Muena Ndaya de la ferme de l'Université de Mwene ditu de Kalenda Baya (Figure 1) et le (Figure 2)

Le site est situé dans une ferme agricole de la localité de kalenda baya, à environ 11km de la ville de Mwene-ditu, dans la province de la Lomami. Le site est localisé aux coordonnées géographiques 7°04'48,32" S et 23°32'06,33" E ; et à une Altitude de 836 m.

Le site de kalenda baya est à une altitude de 831m (*Google Earth, 2025*).

Figure 1. Carte de Muene-Ditu indiquant le premier site d'étude de la Ferme de Kalenda Baya

Figure 1. Carte de Muene Ditu indiquant le site d'étude de Kalenda baya.



Le site de kalenda baya est une localisé aux coordonnées géographiques 7°04'50,32" Sud et 23°32'07,31" Est et à une Altitude de 831 m.

2.1.1. Climat des sites de recherche

2.1.1.1. Les précipitations

Le climat des deux sites de notre étude est similaire à celui de la ville de Mwene-ditu qui est un climat tropical humide Aw₃ selon la classification de Köppen ayant l'alternance de deux saisons dont la saison de pluie et la saison sèche. La saison de pluie commence du 15 Août et se termine au 15 Mai dont la durée est de 9 mois, mais entrecoupé par une période d'accalmie au mois de janvier. Par contre, la saison sèche commence à partir du 15 Mai au 15 Août dont la durée est de 3 mois. Les précipitations annuelles moyennes de cette zone diminuent du Nord au Sud. Elles passent de 2.000 mm au Nord de Lomela à 1.500 mm à Mwene-Ditu. L'isohyète de 1.600 mm passe approximativement à hauteur de Lusambo et Lubefu (Anonyme, 2016).

2.1.1.2. Température

La température diurne du mois le plus froid est supérieure à 18° C. La température moyenne annuelle varie de 25° C dans le nord à 22,5° C dans la province de Lomami. Les variations annuelles des températures sont peu importantes. Leur écart varie entre 1,5 à 2 degrés suivant les saisons. En revanche, les variations journalières présentent plus d'amplitude. Les études récentes de Kambi Dibaya ont démontré que dans la région, les températures moyennes annuelles ont une tendance à la hausse (l'augmentation varie entre 0,6 et 1° C) (PNUD, 2009 et (PDCEJAG-PTA, 2023)

2.1.2. Sol

Les deux sites ont un sol sablo-argileux. Comme la région de Mwene-Ditu, dans la Province de Lomami, la ferme comprend trois grands groupes de sols appartenant à l'ordre des Kaolisols, selon la classification de l'INEAC (SYS, 1961) ; les sols de la plus grande partie de la province appartiennent au groupe des Aneoferrals (sur sable du Kalahari) ; ce sont des sols avec une teneur en argile inférieur à 20%, sans réserve minéral à rapport limon/argile faible et profondément lessivés.

Les ferrisols Ces sols ont un rapport limon/argile élevée en moyenne, une bonne structure et/ou une réserve minérale appréciable sont les caractéristiques importantes de ces sols. Les sols du Sud de la province appartiennent au groupe des ferrasols (sur roches non différenciées) avec teneur en argile de plus de 20%, sans ou avec faible réserve minérale, sans structure et à faible rapport limon/argile. Les arenoferales (de la savane) du groupe des Aneoferralsols se retrouvent en grande partie dans la Province de Lomami (Anonyme, 2015)

2.1.3. Végétation

La végétation des deux sites expérimentaux est dominée par la savane herbeuse, savane boisée plus des galeries forestières qui longent les ruisseaux et les rivières. Du point de vue Phytogéographique, la ferme est couverte d'une flore, soit une prairie d'herbes vivaces de 1 à 3 mètres d'hauteur. Cette dernière existe rarement à l'état pur, elle est toujours parsemée d'arbres plus ou moins grands, et plus ou moins espacés, c'est la savane boisée. Ces herbes sont des graminées dures et résistantes à la sécheresse, les plus importantes sont *Andropogon spp*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum sp*, *Imperata cylindrica*, et des *Hyparrhenia rufa*. (PDCEJAG-PTA, 2023).

2.2. Matériel

2.2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans notre recherche était constitué de la variété de maïs : Mus1. Les semences ont été achetées à l'INERA Ngandajika, Les figures ci-dessous illustrent nos semences :

Figure 2 variétés Mus



2.2.2. Matériel fertilisants

Le matériel fertilisant comprend deux groupes des fumures, dont deux engrais organiques et deux minéraux. Les deux engrais organiques sont constitués de fientes de poule et bouse de vache et deux inorganiques ou minéraux sont le DAP (18-46-00) et l'urée (46%N). Les engrais organiques ont été achetés chez les fermiers alors que les inorganiques ont été achetés dans les sacs de 50 kg chez les agro-dealers de Mwene-ditu.

Voici les figures qui illustrent les différents engrais :

Figure 7. Bouse de vache



Figure 8. Fientes des poules



Figure 9. Urée

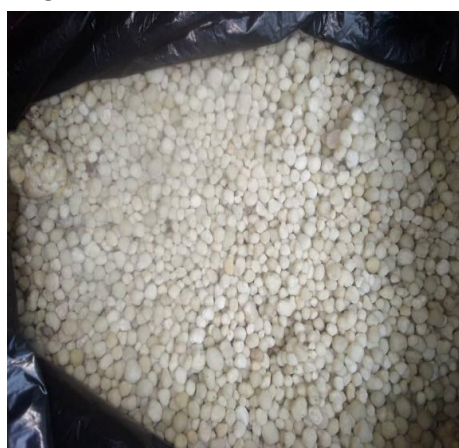


Figure 10. DAP



2.2.3. Matériel techniques

Pour cette étude, les différents matériels techniques ont été utilisés, il s'agit de : Un tracteur : pour les travaux de labour;

- ✓ La houe : pour le hersage (l'ameublissement et le nivellement le du terrain), et
- ✓ d'autres travaux d'entretien ;
- ✓ Le décamètre : pour le mesurage des différentes longueurs ;
- ✓ Les piquets et la corde : pour le respect des écartements et des alignements.
- ✓ Etiquettes : pour permettre l'identification et la différenciation des traitements;
- ✓ Le mètre-ruban pour mesurer la longueur des tiges,

La balance ayant permis à peser les fertilisants et prélever le poids des récoltes.

2.3. Méthodes

2.3.1. Dispositif expérimental

Dans les deux sites d'expériences, le dispositif expérimental est le bloc complet randomisé avec les facteurs qui reprend les fertilisants avec 6 modalités dont le maïs non fertilisé ou témoin (T0) ; apport de l'azote et phosphore minérale (NP à la DR de 90-60-0 soit 130,5 Kg de DAP/ha + 145 Kg de l'Urée/ha (T1) (FAO, 1998) ; apport au sol de 9t sec de fientes de poule/ha /an (FAO, 1998) (T2) ; apport au sol de 9 t sec de bouse de vache /ha /an (FAO, 1998) (T3) ; GIFS à base de $\frac{1}{2}$ (Fiente + NP) (4,5 t sec/ha/an + (65,25 Kg de DAP/ha + 72,5 Kg de l'Urée/ha) (T4) et GIFS à base de $\frac{1}{2}$ (Bouse + NP) (4,5 t sec/ha/an + (65,25 Kg de DAP/ha + 72,5 Kg de l'Urée/ha) (T5).

;

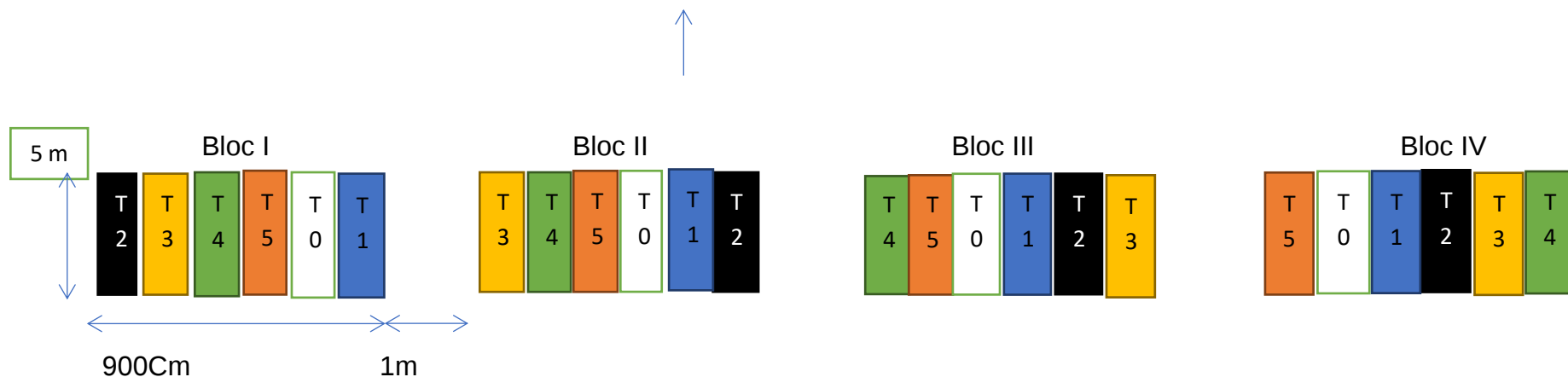


Figure 9 schémas du dispositif expérimental

Légende

- Témoins (T0)
- NP (apport de l'azote et phosphore minérale) : DR : 90-60-0 (FAO, 1998) à prendre dans 130,5 Kg de DAP/ha + 145 Kg de l'Urée/ha
- Fiente de Poule (9 t sec/ha/an) (FAO, 1998)
- Bouse de vache (9 t sec/ha/an) (FAO, 1998)
- GIFS $\frac{1}{2}$ (Fiente + NP) (4,5 t sec/ha/an + (65,25 Kg de DAP/ha + 72,5 Kg de l'Urée/ha))
- GIFS $\frac{1}{2}$ (Bouse + NP) (4,5 t sec/ha/an + (65,25 Kg de DAP/ha + 72,5 Kg de l'Urée/ha))

2.3.2. Conduite de l'essai

Dans la conduite de notre essai nous avons réalisés différentes opérations de préparation du terrain tels que : le choix du terrain, le labour mécanique, le hersage à la houe, l'installation de dispositif expérimental. Le semis a eu lieu le 10 Septembre 2025 : Pour des raisons d'étude l'apport de fertilisants au sol a été effectué à quatorze jours après la levée soit 2 semaines après le semis.

Nous aurons au total 16 parcelles principales correspondant aux variétés de maïs et répétitions (4x4) lesquelles seront subdivisées en 6 sous parcelles (parcelles secondaires) correspondant aux fertilisants. Une parcelle élémentaire aurait une dimension de 5m de longueur et 1,50 m de largeur, soit une surface de 7,5 m², alors que la Superficie utile de chaque unité expérimentale sera de 4,5 m sur 1,125m soit 5,0625 m².

Les écartements en lignes séparées de 75cm entre les lignes, et 50 cm dans la ligne. Chaque parcelle contiendra 30 poquets, à raison de trois grains/poquet.

Chaque fertilisant était appliquée en localisation par poquet, suivant les prévisions du dispositif expérimental. Les parcelles Témoins (T0) ne recevront aucune fumure. Les T1 ou NP recevrons l'apport de l'azote et phosphore minérale) à la DR : 90-60-0 soit 130,5 Kg de DAP/ha + 145 Kg de l'Urée/ha. Le DAP sera appliqué 15 Jours après le Semi (JAS) et l'urée sera complétée 1 mois après pour satisfaire complètement les besoins en azote du maïs suivant la dose recommandée.

L'apport de la fiente et de la bouse de l'ordre de 9 tonnes de fiente de poule sec/ha/an a été toujours en localisation par pieds 15 JAS. Cependant, la Gestion Intégrée de la Fertilité du Sol (GIFS) dont T4 ($\frac{1}{2}$ (Fiente + NP) (4,5 t sec/ha/an + (65,25 Kg de DAP/ha + 72,5 Kg de l'Urée/ha)) et T5 ($\frac{1}{2}$ (Bouse + NP) (4,5 t sec/ha/an + (65,25 Kg de DAP/ha + 72,5 Kg de l'Urée/ha)) sera réalisée à 15 JAS pour le DAP, fiente de poule et bouse de vache alors que l'urée sera complétée à 30 JAS dans tous les cas.

La densité de plantation à l'hectare étant de 26667 Pieds par hectare, les doses ont été divisées par cette densité pour avoir la quantité de fumure par pied pour chaque traitement.

Ainsi, 4,89g soit 5g de DAP et 2,71 g soit 3g de l'urée ont étaient appliqués par pieds de maïs pour le T1 0,34 kg de fiente et de bouse sont respectivement pour T2 et T3. Cependant, la moitié de chacune de ces doses susmentionnées sera utilisée pour la GIFS respectivement pour T4 et T5.

2.3.3. Travaux d'entretien

Les travaux d'entretien ont porté principalement sur:

- ✓ Les sarclages : deux sarclages seront réalisés sur le terrain expérimental L'un quatorze jours après le semi et 1 mois après le premier sarclage.
- ✓ Le buttage : un seul buttage a été réalisé lors du deuxième sarclage à 45 Jours après le semi.

2.3.4. Collecte des données

Les données à collecter porteront sur tout le cycle de développement de la plante depuis la germination jusqu'à la maturité des grains. Les mesures seront prises sur deux lignes du milieu soit sur 16 plantes en écartant les lignes des bordures. Cependant, pour éviter de biaiser les résultats, seules, les plantes qui resteront vigoureuses jusqu'à la maturité des épis seront considérées dans le traitement statistiques.

Au total, 12 caractères repartis en deux groupes des paramètres feront l'objet de nos observations dans cette étude : les paramètres végétatifs et les paramètres de production.

2.3.4.1. Paramètres végétatifs

Les observations sur le développement végétatif seront spécialement portées sur : Le taux de levée : pour se faire, par poquet, les graines levées seront d'abord dénombrées au 15^{ème} JAS. Une graine est considérée comme ayant levé lorsqu'apparaît une plantule autotrophe visible à l'œil nu. Le taux de levée sera calculé en faisant le rapport entre les semences ayant levées par les semences totales semées rapporté par cent.

- Nombre de feuilles par plant : les feuilles visibles ligulées seront comptées sur chaque plante, pour trouver le nombre moyen par plant et pour chaque traitement dans un décalage de 30 jours de croissance.
- Le diamètre au collet en cm sera pris à l'aide du pied à coulisse. Elle se fera à 30, 60 et 90 JAS ;
- Longueur des plants : C'est la longueur de la tige principale de la plante. Elle sera mesurée sur chaque plant à partir de la surface du sol jusqu'à au niveau de la dernière feuille ligulées à l'aide d'un mètre ruban. Le nombre de plantes à échantillonner est de 10 pour chaque unité expérimentale. Comme le diamètre au collet, la hauteur de plant sera observée à 30, 60 et 90 JAS.
-

2.3.4.2. Paramètres de production

Les observations sur la production seront portées sur:

- Le nombre des épis par plant : il est déterminé en comptant l'ensemble des épis initiés sur chaque plant après la floraison. Le nombre de plantes échantillonnées est de 16 plants pour les facteurs analysés.
- Diamètre des épis : ce paramètre sera prélevé à l'aide du pied à coulisse.
- Longueur des épis : elle sera prélevé à partir du point d'insertion floral jusqu'au point d'attache du pédoncule, à l'aide d'un mètre ruban, et s'est exprimé en cm,
- le nombre des rangés des graines
- le nombre des grains par ligne
- La production parcellaire/traitement : Après égrainage, les grains du maïs récoltés seront pesés à l'aide d'une balance de précision.
- Le Rendement : la production parcellaire utile obtenue sera extrapolée à l'hectare pour chaque traitement en kg puis en tonne.

2.3.5. Analyses statistiques

Les données récoltées seront analysées à l'aide de logiciel R ou STATISTICA en utilisant les ANOVA et la comparaison de moyenne au seuil de 5% de probabilité. Les résultats obtenus seront présentés sous forme de tableaux ou graphiques, puis interprétés et discutés pour en tirer tout le bénéfice possible.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. RESULTATS

Dans la partie actuelle de la recherche, nous présentons les résultats relatifs aux variables végétatives et celles de productions ainsi que leur confrontation avec les études antérieures.

Les visites régulières réalisées sur terrain expérimental dans les différents sites nous ont permis d'emmagasinier les données sur les variables végétatives ci-après :

- Taux de levée (TL)
- Le diamètre au collet (DC 30Jours, 60jours et 90 jours après le semi)
- Hauteur des plants (HP30Jours, 60jours et 90 jours après le semi)
- Nombre des feuilles (NF30Jours, 60jours et 90 jours après le semi)

La récolte des épis de maïs a été réalisée à 120 Jours après le semi et quelques variables ont fait l'objet de nos études et des analyses statistiques avec le logiciel R après l'établissement des bases des données.

Ces variables de production observées sont représentées par:

- Le nombre des épis par pied (NEP)
- Le nombre des lignes par épi (NL/EP)
- La longueur des épis (LEP)
- La production parcellaire (PP)
- Le rendement à l'hectare (R/Ha) et le poids de 100 grains

Ces résultats sont repartis selon les différents effets des traitements investis sur les variables végétatives et de production :

3.1.1. Les effets de fertilisants variétés sur les variables végétatives

Le tableau 1 présente Le taux de levée et reprend les données relatives à la croissance en diamètre au collet, hauteur des plants nombre des feuilles à 30, 60 et 90 Jours après le semi (JAS) de quatre variétés de maïs sous l'effet des différentes fumures apportées au sol.

3.1.2. Effets des fertilisants sur les variables végétatives

Le tableau 2 présente Le taux de levée et reprend les données relatives à la croissance en diamètre au collet, hauteur des plants nombre des feuilles 90 Jours après le semi (JAS) sous l'effet des différentes fumures apportées au sol.

Tableau 2. Effets de l'apport de fertilisants au sol sur le diamètre au collet (DC), la hauteur des plants (HP) et nombre de feuilles par plant (NFP) du maïs à 90 Jours de de végétation, sans tenir compte de variétés et de sites expérimentaux, à Mwene-Ditu.

Fertilisants	DC	HP	NFP
T0	24,8±3,68c	145±25,9c	20,9±5,64c
NP_90_60	28,5±3,45a	157± 25,3b	22,8±8,04c
FIENTES	26,8±3,36ab	166±29,0b	21,8±4,60c
BOUSE	27,2±4,62b	166±31,1b	24,0±6,25b
Fientes_NP	27,5±3,45b	170±36,1a	26,2±8,09ab
Bouse_NP	28,0±3,47a	158±27,4b	28,1 ±10,1a
CV	13,05	18,13	29,35
p-Value	0,00142	0,0154	0,0007

L'analyse des effets des fertilisants sur les paramètres végétatifs révèle des différences significatives entre les traitements. Le diamètre au collet (DC) varie de 24,8 mm pour le témoin non fertilisé (T0) à 28,5 mm pour l'apport de NP 90-60 et 28,0 mm pour le traitement Bouse-NP. Les fertilisants organiques simples (fientes,

bouse) présentent des valeurs intermédiaires (26,8–27,2 mm), tandis que les combinaisons organo-minérales (fientes NP, bouse-NP) tendent à améliorer davantage ce caractère. La différence est hautement significative ($p = 0,00142$), confirmant l'effet positif des apports fertilisants sur la vigueur basale des plants.

La hauteur des plants (HP) est également influencée par les fertilisants ($p = 0,0154$). Le témoin affiche une hauteur moyenne plus faible (145 cm), tandis que les apports organiques et organo-minéraux permettent d'atteindre des valeurs supérieures (166–170 cm). Le traitement Fientes-NP se distingue par la hauteur la plus élevée (170 cm), traduisant une meilleure croissance verticale.

Le nombre de feuilles principales (NFP) montre une variabilité importante ($CV = 29,35\%$) et des différences significatives entre traitements ($p = 0,0007$). Le témoin reste le moins performant (20,9 feuilles), tandis que les apports organiques simples (fientes, bouse) améliorent légèrement ce caractère (21,8–24,0 feuilles). Les combinaisons organo-minérales se révèlent les plus efficaces, avec 26,2 feuilles pour Fientes-NP et 28,1 feuilles pour Bouse-NP, traduisant une meilleure activité photosynthétique et un potentiel de rendement accru.

En définitive, ces résultats mettent en évidence la supériorité des fertilisants organo-minéraux (fientes-NP et bouse-NP) qui assurent des performances agronomiques supérieures sur les trois paramètres étudiés, confirmant l'intérêt d'une fertilisation intégrée pour optimiser la croissance et la vigueur du maïs.

3.1.3. Les effets des fertilisants sur les variables de production

Le tableau 7 présente des données analytiques des moyennes des variables de productions ci hautes susmentionnées.

Tableau 7 : Effets des fertilisants sur le nombre d'épis par plant (NEP), longueur d'épis (L/EP), le nombre de rangs par épi (R/EP), le poids de 100 grains.

Fertilisants	NEP	Lep	RE	P100G	Rt
Unité	nbre	cm	no		
T0	2,03±0,309a	17,5± 1,50b	12,0±0,782a	245±47,6a	927 ±195b
NP-90-60	2±01a	18,7±1,18a	12,2±0,672a	244±47,6a	1020±149a
FIENTES	1,88±0,336b	18,0±0,78a	12,0±0,595a	246±45,9a	861±184c
BOUSE	1,81±0,397b	18,0±0,740a	12,2±0,397a	224±52,1b	910 ±235b
Fientes-NP	1,84±0,369b	17,8±0,803b	12,1±0,856a	235±64,9b	987±164a
Bouse-NP	2,03±0,400a	18,3±1,02a	12,1±0,660a	240±57,3a	672±89,7c
CV	15,78	5,57	5,46	22	18
p-value	0,0014	0,0005	0,473	0,547	0,000015

L'analyse des effets des fertilisants sur les variables de production révèle des différences significatives pour certains caractères. Le nombre d'épis par plante (NEP) varie légèrement selon les traitements, avec des valeurs plus élevées pour le témoin (2,03) et Bouse-NP (2,03), tandis que les apports organiques simples (fientes, bouse) présentent des valeurs plus faibles (1,81–1,88). La différence est significative ($p < 0,05$), traduisant un effet positif des combinaisons organo-minérales et du témoin sur ce caractère.

La longueur des épis (Lep) est également influencée par les fertilisants ($p < 0,05$). Les apports minéraux (NP 90-60) et les combinaisons organo-minérales (Bouse-NP) permettent d'obtenir des épis plus longs (18,3 à 18,7 cm), tandis que le témoin et

Fientes_NP présentent des valeurs plus faibles (17,5 à 17,8 cm). Ce résultat souligne l'importance des apports équilibrés pour améliorer la morphologie des épis.

Le nombre de rangs par épi (RE) reste stable entre traitements (≈ 12 rangs), avec une p-value non significative ($p < 0,05$). Ce caractère apparaît donc peu sensible aux variations de fertilisation.

Le poids de cent grains (P100G) varie entre 224 g (bouse) et 246 g (fientes), mais les différences ne sont pas significatives ($p > 0,05$). La variabilité est relativement élevée ($CV = 22$), traduisant une dispersion importante entre répétitions.

Le rendement en grains (Rt) est le paramètre le plus discriminant, avec une différence hautement significative ($p < 0,05$). Le témoin affiche la valeur la plus faible (1,22 t/ha), tandis que les apports minéraux (NP 90-60) et organiques (fientes, bouse) améliorent nettement la productivité (1,72 à 1,81 t/ha). Les combinaisons organo-minérales (Fientes-NP, Bouse-NP) donnent des rendements intermédiaires (1,53–1,72 t/ha).

En résumé, les fertilisants influencent significativement le nombre d'épis, la longueur des épis et le rendement. Les apports minéraux (NP 90-60) et organiques simples (fientes, bouse) se révèlent les plus efficaces pour améliorer la productivité, tandis que les combinaisons organo-minérales assurent des performances intermédiaires. Ces résultats confirment l'intérêt d'une fertilisation adaptée pour optimiser les composantes du rendement du soja.

3.2. Discussion des Résultats

3.2.1. Paramètres végétatifs : L'analyse montre une supériorité évidente des combinaisons intégrées (Fientes-NP et Bouse-NP) sur la vigueur des plantes au cours de la phase de croissance. Le traitement Fientes-NP se démarque par la hauteur maximale de plant (170 cm), tandis que Bouse-NP optimise le nombre de feuilles par plant (28,1). Cette dynamique confirme l'effet synergique de la fertilisation mixte : les engrais minéraux libèrent des nutriments immédiatement assimilables, tandis que la matière organique améliore durablement la structure du sol et retient l'humidité.

3.2.2. Paramètres de production et rendement : Contrairement à la phase végétative, c'est la formule minérale pure (NP-90-60, combinant DAP et urée) qui affiche la meilleure efficacité pour la longueur des épis et le rendement en grains par hectare. La haute solubilité et la forte concentration en azote (N) et phosphore (P) de cette formule coïncident parfaitement avec les besoins de remplissage des grains du maïs, une culture particulièrement exigeante.

Les rendements moyens par traitement oscillent globalement autour de 1,7 tonne par hectare, sans que la variété Mus1 ne parvienne à dépasser le seuil critique de 2,5 t/ha. Ce plafonnement s'explique par la faible fertilité naturelle des sols de Mwene-Ditu (Kaolisols) lessivés, carencés en azote et sujets à la fixation du phosphore par le fer et l'aluminium. (WELLHAUSEN et AL, 1952)

La matrice de corrélation confirme de fortes liaisons positives entre le diamètre au collet, la hauteur, le nombre de feuilles et la production finale. Plus la plante acquiert une structure robuste durant sa phase de croissance, plus elle est apte à soutenir une charge d'épis importante et productive.

3.2.3. La corrélation entre les variables

Avec le logiciel R les analyses de la corrélation ont été effectuées à partir de la base des données du terrain expérimental et voici le tableau de ces analyses sous forme d'une matrice:

Tableau matrice de corrélation entre les variables

	DC 30	DC60	DC90	HP30	HP60	HP90	Lep	NEP	NF30	NF60	NF90	P100G	PP	Rtkg.	Rtton	TL
DC30	1.000															
DC60	0.487	1.00														
DC90	0.105	0.179	1,000													
HP30	-0.029	0.140	0.140	1.00												
HP60	0.164	0.200	0.007	-0.044	1.000											
HP90	0.127	0.032	0.111	0.045	0.039	1.00										
Lep	0.495	0.400	0.098	0.017	0.187	0.182	1.000									
NEP	-0.074	-0.11	0.004	-0.040	-0.022	-0.001	0.195	1.00								
NF30	0.079	0.138	.315	0.234	0.059	-0.077	-0.045	0.013	1.000							
NF60	0.055	0.177	0.036	0.034	0.119	0.114	0.190	-0.03	-0.07	1.000						
NF90	-0.058	0.144	0.328	0.179	0.087	-0.008	-0.045	0.122	0.743	-0.006	1.000					
P100G	0.106	0.084	0.045	-0.024	0.159	-0.036	0.221	0.24	0.015	0.119	0.017	1.00				
PP	0.135	0.183	0.159	-0.039	0.228	0.074	-0.036	-0.17	0.14	0.057	0.121	-0.001	1.00			
Rtkg	0.134	0.183	0.159	-0.039	0.228	0.074	-0.036	-0.17	0.135	0.057	0.121	-1,05	1.00	1.000		
Rtton	0.135	0.184	0.159	-0.039	0.228	0.074	-0.036	-0.17	0.135	0.057	0.121	-0.001	1.00	1.000	1.000	
TL	0.005	0.021	0.066	-0.109	-0.026	-0.037	-0.004	-0.05	-0.07	0.040	0.092	-0.041	-0.001	-0.001	-0.001	1.00

(Logiciel R)

Légende DC : diamètre au collet, NF : nombre des feuilles, HP : hauteur des plants, PP : production parcellaire, TL : taux de levée, Rtkg : rendement en kgr par hectare

Il résulte de cette matrice que certaines variables sont non corrélées ou ont une corrélation négative pendant que d'autres sont corrélées ou ont une corrélation positive ou sont liées.

Dans ce tableau, les attaques ne sont corrélées à aucune variable dans nos résultats, le diamètre au collet à 20 Jours de croissance a une corrélation négative avec la hauteur des plants à 40 jours et le nombre des feuilles à 60 Jours, et aussi le nombre des épis par pieds (aucun lien) ;

Pour les autres variables plus le diamètre au collet augmente plus le rendement augmente aussi ou la production parcellaire.

Plus la plante croît en hauteur ou en diamètre et en nombre des feuilles plus la production augmente ;

La production parcellaire est en corrélation positive avec toutes les autres variables sauf le nombre des feuilles à 60 jours, le poids de 100 graines, le taux de levée, la hauteur des plants à 20 jours de croissance, le nombre des épis par pieds et la longueur des épis.

4. Conclusions

- La fertilisation minérale exclusive (NP) offre le rendement grainier le plus direct et efficace à court terme pour la variété Mus1 à Mwene-Ditu.
- Les formules intégrées (organo-minérales) représentent la meilleure option pour stimuler la croissance végétative et préserver le capital biologique du sol.
- La faible fertilité globale du sol arable limite fortement le potentiel génétique maximal de la variété de maïs Mus1 dans cette région, quel que soit le fertilisant appliqué.

Comme recommandation

1. **Adopter la Gestion Intégrée (GIFS) :** Il est conseillé de vulgariser les traitements mixtes (co-application de fientes ou bouse avec une demi-dose de DAP/urée) afin de réduire la dépendance économique aux engrais chimiques coûteux tout en maintenant des rendements intermédiaires acceptables.
2. **Corriger l'acidité et le lessivage du sol :** Avant l'apport de fertilisants, des pratiques d'amendement calcique (chaulage) ou l'usage accru de matières organiques à forte valeur d'humification doivent être envisagés pour bloquer la fixation du phosphore par l'aluminium.
3. **Optimiser le calendrier cultural :** Maintenir scrupuleusement l'application fractionnée des engrais (DAP à 15 jours après semis et urée en couverture à 30 ou 45 jours) pour limiter les pertes par lessivage dues aux fortes précipitations tropicales de la province de Lomami.

5. Bibliographie

1. BADU-APRAKU et Al, 2009: Les engrais minéraux faces à l'acidité des sols Maison maison p'45
2. BALMA ET OUEDRAOGO, 2005 : Contribution à l'étude des besoins nutritifs du riz pluvial dans la zone ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'étude IDR

3. BONO, 1981: Agro-climatologie de l'Afrique de l'ouest Burkina Faso. LAROSE N° 200
4. HUGUE, 1991: les engrais verts dans l'agriculture tropicale
5. MOUREAUX, J. L. 1978. : Hétérogénéité des glutamines du grain de maïs extraction sélective. J agricfoodchem, 35.
6. P.MARTY. 2019 : fiche technique d'agriculture spéciale à l'usage de l'enseignement agricole d'Afrique subsaharienne. le maïs, 23.
7. SANOU ET GOUESNARD, 2011: Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. Flour tortilla in vaston, 56.
8. SANOU, 1996: Etude de la fumure minérale azotée intense des céréales et du rôle spécifique de la matière organique dans la fertilité des sols au Mali. Agronomie tropical. 5: 29
9. WELLHAUSEN et AL, 1952. : Gestion des engrais minéraux et organiques: volatilisation de l'ammoniac. P 26.
10. YE, D. N. 1999 : Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. flour tortilla in vaston, 56.
11. ZONGO, 1991: stock en eau du sol dans le domaine de la réserve facilement utilisable BELEIVE P41. BADU-APRAKU et Al, 2009: Les engrais minéraux faces à l'acidité des sols Maison mason p'45