



Effets des doses croissantes d'azote et de phosphore sur deux variétés du maïs (*Zea mays* L. var Mudishi1 et Pan53) dans les conditions édapho-climatiques de Kinshasa

David Nsimba Nsiku¹, Christophe Asanzi Mbeyame* et Prosper Mudimbiyi

Université Pédagogique Nationale. Faculté des Sciences Agronomiques. Département de Phytotechnie. BP 8815 Kinshasa (RD Congo). E-mail : asanzimbeyame@gmail.com

Reçu le 02 avril 2019, accepté le 03 mai 2019

RESUME

Une expérience ayant pour but d'évaluer les effets des doses croissantes d'azote et de phosphore sur le rendement de deux variétés de maïs (Mudishi1 et Pan53) a été réalisée au Centre de Production de Semences (CEPROSEM) à Kinshasa, en saison B de l'année 2015. L'essai a été conduit dans un dispositif en parcelles subdivisées (split plot design) avec trois répétitions et quatre doses d'engrais minéraux (traitements) (0-0-0; 81-63-17; 145-109-17 et 209-155-17). Les observations ont porté sur les paramètres de croissance et de rendement. Les résultats obtenus ont montré que le nombre de jours du semis à la levée était similaire pour tous les traitements (six jours); alors que la hauteur des plants (162,1 cm) et celle à l'insertion de l'épi (42,0 cm) ont été élevées avec la dose de 209-155-17. La dose de N-P-K (209-155-17) a augmenté la susceptibilité du maïs à la verse (45 %), mais la variété Pan53 s'est montrée plus résistante à la verse par rapport à la variété Mudishi1 bien que cette dernière soit de petite taille. La variété Pan53 a donné le rendement le plus élevé (4,7 t ha⁻¹) avec la dose de N-P-K (209-155-17), alors que la variété Mudishi1, avec la même dose, a donné le rendement de 2,2 t ha⁻¹. L'étude pourrait se répéter en saison culturale A avec les doses croissantes d'engrais minéraux (DAP, NPK et Urée) en vue d'évaluer le rendement de la variété Pan53 et sa rentabilité économique.

Mots clés : *Zea mays*, Expérience, engrais minéraux, rendement, Kinshasa

ABSTRACT

Effects of increasing doses of Nitrogen and Phosphorus on two varieties of maize (*Zea mays* L. var Mudishi1 and Pan53) under edapho-climatic conditions of Kinshasa. An experiment to evaluate the effects of increasing nitrogen and phosphorus doses on the yield of two maize varieties (Mudishi1 and Pan53) was conducted at the Seed Production Center (CEPROSEM) in Kinshasa during season B of the year 2015. The trial was carried out in a split plot design with three repetitions and four doses of mineral fertilizer (treatments) (0-0-0; 81-63-17 145-109-17 and 209-155-17). The observations were taken on growth and yield parameters. The results obtained indicated that the number of days from sowing to emergence was similar for all treatments (six days); while the height of plants (162.1 cm) and that of ear insertion (42,0 cm) increased with the doses of mineral fertilizer NPK (209-155-17). The dose of NPK (209-155-17) increased the susceptibility of maize to lodging (with 45 %), the variety Pan53 was more resistant to lodging compared to the variety Mudishi1 although the latter was short. The variety Pan53 gave the highest yield (4.7 t ha⁻¹) with the NPK dose (209-155-17) while the variety Mudishi1, at the same dose yielded 2.2 t ha⁻¹. The study could be repeated in Crop Season A with increasing doses of mineral fertilizer (DAP, NPK and Urea) to evaluate the performance of the Pan53 variety and its economic profitability.

Keywords: *Zea mays*, Experience, mineral fertilizers, yield, Kinshasa

1. INTRODUCTION

Le maïs est l'une des principales denrées alimentaires produites en RDC, et sa culture est principalement réalisée par des exploitations paysannes de très petite taille, centrées sur la

sécurité alimentaire familiale (Chausse *et al.*, 2012). Il intervient aussi dans l'alimentation animale (volailles, porcs, bovins, etc.) et sert de matière première dans certaines industries dont la brasserie, la savonnerie et l'huilerie (Chausse *et al.*, 2012). La

consommation du maïs est évaluée à 15kg/personne/an et les besoins à Kinshasa en 2012 étaient de 120.000 tonnes (Chausse *et al.*, 2012). Le rendement d'un hectare de maïs à Kinshasa est de 800 kg de grains secs avec les variétés locales (Chausse *et al.*, 2012; Minengu, 2014). Le maïs est cultivé dans diverses zones agro-écologiques, seul ou en association avec d'autres cultures. C'est la céréale la plus cultivée en RDC, mais la moyenne de rendement au niveau national est de 0,8 à 1 t ha⁻¹, ce qui ne permet pas de contribuer à la résolution de l'insécurité alimentaire et à la lutte contre la pauvreté chez les ménages ruraux congolais (Mbuya, 2014).

D'après Tahir *et al.* (2009), la faible productivité du maïs est due en partie à l'utilisation des variétés non améliorées et autres intrants agricoles, aux dégâts importants occasionnés par divers bioagresseurs, et à l'usage de pratiques culturales traditionnelles. Pour accroître le rendement, il est important d'utiliser les semences de bonne qualité (variétés améliorées) et d'apporter les fertilisants nécessaires. Plusieurs études ont montré l'intérêt de la prise en compte de la fertilisation pour accroître la productivité du maïs (Muoneke *et al.*, 2007 ; Abuzar *et al.*, 2011 ; Nyembo *et al.*, 2012). Les conditions agro-climatiques d'une bonne partie de la RDC sont toutefois favorables à la production du maïs et peuvent permettre au Congo (moyennant amélioration des pratiques culturales) non seulement de s'auto-suffire, mais aussi de se positionner comme le grenier à maïs de la sous-région (Chausse *et al.*, 2012).

Certaines études ont montré que le rendement de maïs est en corrélation positive avec l'utilisation des semences améliorées (Lukombo, 2013). Ziadi (2007) a indiqué que l'augmentation du rendement de maïs est due à l'amélioration génétique (32 %) et à l'effet de la fertilisation (31 %). Akinnifesi *et al.* (2007) ont rapporté que l'application de 80 kg N ha⁻¹ était suffisante pour accroître le rendement du maïs semé à forte densité au Malawi. Dans la ville de Lubumbashi, Nyembo *et al.* (2012) ont montré qu'une fertilisation minérale à base de N₁₅P₁₅K₁₅ à la dose de 137 kg N, 45 kg P₂O₅ et 45 kg K₂O ha⁻¹ et à la densité de 53333 plants ha⁻¹ sont nécessaires pour les variétés de maïs à pollinisation ouverte (cas des variétés UNILU et Katanga). Les variétés de maïs hybrides répondent mieux à des fortes doses d'engrais, contrairement aux variétés à pollinisation ouverte (OPV) qui présentent une certaine limite (Minot *et al.*, 2007). Certes, de nombreuses études ont été réalisées sur la fertilisation du maïs, mais des informations sur la réponse des variétés Mudishi 1 et Pan53 à des doses croissantes d'N et de P dans les conditions écologiques de Kinshasa manquent.

L'objectif global de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la production de maïs dans la région de Kinshasa. Spécifiquement, l'étude vise à évaluer les effets des doses croissantes d'azote et de phosphore sur le rendement de deux variétés de maïs (Mudishi 1 et Pan53) dans les conditions écologiques de Kinshasa. L'intérêt de cette étude est le développement d'une technologie améliorée du maïs (variété, fumure minérale et pratiques culturales améliorées) en vue d'intensifier cette culture dans la région sud-ouest (Périmètre de la ville de Kinshasa, du Kongo central, du Kwango et du Kwilu) de la RDC et de contribuer à la sécurité alimentaire.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Site expérimental

L'expérience a été conduite à Kinshasa dans la Commune de Mont-Ngafula au cours de la saison B de l'année 2015, au CEPROSEM, situé à 4°27'01' de latitude Sud, 15°12'57'' de longitude et à 583 m d'altitude. Le précédent cultural était la culture du haricot nain. La flore de recolonisation était constituée d'espèces telles que *Boerhavia diffusa* L., *Antephora cristata* D., *Giseckia pharnacioides* L., *Digitaria debilis* (Desf.) Willd., *Panicum mueense* L., *Phyllanthus niruri* L., *Cyperus distans* L.f., *Cenchrus bifloris* Roxb., *Eragrostis ciliaris* (Linn.) R.Br., *Oldenlandia affinis* (Roen.) DC., *Fimbristylis cioniana* Savi., *Sporobolus centrifugus* (Trin.) Nees. Le sol est du type sableux, avec un pH à l'eau oscillant autour de 5,7. La région de Kinshasa est caractérisée par un climat du type Aw₄ selon la classification de Köppen, avec deux pics de précipitations, en novembre et en avril. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1500 mm et la température moyenne est de 24 °C par an. Les conditions climatiques ayant prévalu pendant la période expérimentale (février à juin 2015) sont mentionnées dans le tableau 1.

Tableau 1. Données climatiques enregistrées au cours de la période expérimentale

| Mois (2015) | Température (°C) | | | Précipitation | | Humidité relative (%) |
|-------------|------------------|------|---------|---------------|---------------------|-----------------------|
| | Max. | Min. | Moyenne | Quantité (mm) | Répartition (jours) | |
| Février | 30,7 | 22,6 | 25,9 | 87,0 | 10,0 | 81,3 |
| Mars | 30,9 | 22,3 | 25,8 | 189,9 | 12,0 | 82,6 |
| Avril | 31,4 | 22,4 | 26,1 | 192,7 | 14,0 | 79,6 |
| Mai | 30,6 | 29,2 | 29,1 | 94,9 | 12,0 | 83,9 |
| Juin | 27,8 | 21,9 | 24,5 | 0,0 | 0,0 | 83,4 |

Source : Agence Nationale de Météorologie et de Télédétection par Satellite (METTELSAT), Station de Binza Delvaux, à Kinshasa, 2015

2.2. Matériel

Semences

Les semences de deux variétés de maïs (Mudishi1 et Pan53) ont été utilisées au cours de l'essai. La variété OPV Mudishi1 mise au point par l'INERA NGANDAJIKA a été choisie pour les bonnes qualités nutritionnelles et technologiques de ses grains, son rendement élevé (5000 kg ha⁻¹ en station et 2000 kg ha⁻¹ en milieu paysan), sa bonne résistance à la sécheresse, à la striure du maïs et au mildiou, et sa taille réduite (175 cm) qui lui permet de résister à la verse (Catalogue Variétale SENASEM, 2012). Par contre, l'hybride Pan53, produit par la firme semencière Sud-Africaine PANNAR, a été retenu suite à son rendement élevé (6 à 8 t ha⁻¹) et à sa faible densité de peuplement (33333 plantes ha⁻¹) (Nyembo *et al.*, 2013). Dans cette étude, les deux variétés ont été semées à la même densité de 53333 plantes ha⁻¹ (aux écartements de 75 cm x 50 cm, 2 plants/poquet).

Fertilisants

Les engrais minéraux utilisés sont le Diammonium Phosphate (DAP : 18 % N et 46 % P) et le N-P-K (17-17-17) comme engrais de fond, et l'Urée (46 %) a été utilisé comme engrais de couverture. Le DAP a été choisi du fait de sa concentration, sa solubilité et sa mise à disponibilité rapide du phosphore pour les plants (Oost et Toffoli, 2012). Le choix de l'Urée comme engrais simple azoté se justifie par sa richesse en azote et sa solubilité à l'eau (Ziadi, 2007). Le NPK (17-17-17) a été utilisé pour apporter en plus de l'azote et du phosphore, de la potasse, par manque de l'engrais KCl. Le calcul des doses d'engrais a été réalisé selon la méthode de Chabalié *et al.* (2006).

Produit phytosanitaire

Le pesticide utilisé était le Diméthoate (40 % EC) qui est un insecticide systémique efficace contre les borers.

2.3. Méthodes

Préparation du terrain et semis

Les travaux de préparation du terrain ont porté sur la délimitation, le défrichage, le terrassement, le labour, la mise en place du dispositif expérimental, l'application des engrais de fond et le semis.

(i) La délimitation du terrain : après la délimitation du champ à l'aide d'un décimètre, le piquetage a été effectué pour subdiviser le champ expérimental en parcelles regroupées dans des blocs et séparées par des sentiers. Les parcelles de forme rectangulaire avaient les dimensions de 5 m de longueur et de 3 m de largeur.

(ii) Le défrichage : a consisté à éliminer les arbustes présents sur le terrain à l'aide d'une machette.

(iii) Le terrassement : le but de l'opération était d'empêcher l'écoulement régulier de l'eau et de favoriser son infiltration maximale dans le sol. Les terrasses (35 cm de hauteur) ont été confectionnées au moyen d'une pelle.

(iv) Le labour : il a été effectué à l'aide de la houe, et les herbes défrichées ont été enfouies sur place pour accroître la teneur en matière organique du sol. Il a été complété par le nivellement du sol à l'aide du râteau.

(v) La mise en place du dispositif expérimental : l'essai a été conduit dans un dispositif en parcelles subdivisées (Split Plot Design) avec trois répétitions. Les quatre doses d'engrais minéraux (D0 = 0 kg de N, 0 kg de P₂O₅ et 0 kg de K₂O; D1 = 81kg de N ; 63 kg de P₂O₅ et 17 kg de K₂O; D2= 145 kg de N, 109 kg de P₂O₅ et 17 kg de K₂O; D3=209 kg de N, 155 kg de P₂O₅ et 17 kg de K₂O par ha) ont constitué le facteur principal et ont été réparties de façon aléatoire aux parcelles principales ; et les deux variétés de maïs (Mudishi1 et Pan53), qui ont constitué le facteur secondaire, ont été affectées aussi de façon aléatoire aux sous-parcelles. Les étiquettes métalliques ont été utilisées pour identifier les parcelles.

(vi) L'application des engrais de fond : trois jours avant le semis, la fumure de fond à base du DAP (18-46) et du N-P-K (17-17-17) a été appliquée. Signalons que la quantité de N-P-K (17-17-17) était la même (100 kg ha⁻¹) pour toutes les parcelles fertilisées car l'objectif de son application était d'apporter la potasse, les engrais potassiques simples n'étant pas disponibles sur les marchés. Pour le DAP, les quantités ont varié de 100 kg ha⁻¹ pour D₁, 200 kg ha⁻¹ pour D₂ et 300 kg ha⁻¹ pour D₃.

(vii) Le semis : les grains de deux variétés du maïs ont été semés en février (2015) dans des poquets de 3 à 5cm de profondeur et aux écartements de 75 cm entre les lignes et de 50 cm entre les poquets, à raison de 3 grains par poquet.

Entretien

Les travaux d'entretien réalisés au cours de l'essai sont :

(i) Le contrôle de la densité : le démariage a été réalisé deux semaines après la levée en laissant deux plants vigoureux par poquet, ce qui a ramené la densité à 53333 plantes ha⁻¹.

(ii) Le sarclo-buttage : trois sarclages manuels, suivis d'un buttage, ont été effectués le 21^e, le 39^e et le 59^e jours après le semis à l'aide d'une houe.

(iii) **L'application de l'engrais de couverture** : les doses d'urée (50, 100 et 150 kg ha⁻¹, respectivement pour D1, D2 et D3) ont été appliquées en deux fractions, soit au 20^{ème} et au 45^{ème} jour après le semis.

(iv) **Le traitement phytosanitaire** : pour protéger les jeunes plantes contre d'éventuelles attaques de borers (*Busseola fusca* F. et *Sesamia calamistis* H.), un traitement à l'aide de Diméthoate (Sevin) à la dose de 0,7 l ha⁻¹ a été appliqué au 57^{ème} jour après la levée à l'aide d'un petit pulvérisateur à pression de capacité de 1 litre.

(v) **L'irrigation** : pour combler les besoins des plantes en eau durant la période expérimentale à cause de la mauvaise répartition des pluies, un arrosage a été effectué durant un mois (15 jours avant et 15 jours après la floraison) en vue d'assurer un bon rendement des grains.

(vi) **La récolte** : la récolte a eu lieu 110 jours après la levée et les épis ont été arrachés à la main avec leurs spathes.

Paramètres observés

Les observations ont porté sur les variables végétatives (Durée semis-levée, Durée levée-floraison, Hauteur des plants, Hauteur à l'insertion de l'épi et Résistance à la verse) et de production (Rendement en maïs grains). Les observations ont été effectuées sur les 10 plants échantillonnés de chaque unité expérimentale.

(i) **La durée levée-floraison** : elle a été évaluée en comptant le nombre de jours qui s'écoulent entre la levée et la sortie d'au moins 50 % de soies (styles).

(ii) **La hauteur des plants**: elle a été déterminée pendant la floraison à l'aide d'une latte graduée en bois en mesurant la distance entre le collet et le sommet de la panicule.

(iii) **La hauteur à l'insertion de l'épi**: c'est la distance entre le collet et l'insertion de la première carotte sur la tige. Ce paramètre a été mesuré le jour de la récolte, à l'aide d'une latte graduée.

(iv) **La résistance à la verse** : la résistance à la verse a été obtenue en calculant le pourcentage de tiges non versées sur la parcelle.

(v) **Le rendement en maïs grains** : Le rendement était calculé de la manière suivante :

$$\text{Rdt} = \text{PFC} \times \left[\left(\frac{100 - \text{HC}}{100 - 14} \right) \times \text{RE} \right] \times \left(\frac{10.000}{6,75} \right)$$

Avec : PFC : poids frais au champ des épis (en kg) ;
HC : humidité au champ ;

$\frac{100 - \text{HC}}{100 - 14}$: Conversion de l'humidité à 14%, acceptable par les utilisateurs ; RE : c'est le rendement à l'égrenage (un facteur de correction

qui permet de convertir les épis en grains, c'est-à-dire les grains représentent un certain pourcentage du poids de l'épi chez le maïs) et $\frac{10.000}{6,75}$: Valeur d'extrapolation de la production parcellaire pour obtenir le rendement (production à l'hectare).

Analyses des données

Les données obtenues ont été analysées selon la procédure d'analyse de variance (ANOVA) au seuil de probabilité de 5 %. Le test de la plus petite différence significative a été utilisé pour comparer les moyennes des traitements. Concernant la résistance à la verse, les données (%) ont été soumises à la transformation Arcsin avant l'ANOVA.

3. RESULTATS

3.1. Nombre de jours du semis à la levée

Le maïs a été semé le 24 février 2015 et la levée pour tous les traitements a eu lieu six jours après le semis.

3.2. Nombre de jours de la levée à la floraison femelle

Les résultats sur le nombre de jours qui sépare la levée à la floraison de 50 % de plantes sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Effets des doses croissantes d'azote et de phosphore sur le nombre de jours de la levée à la floraison femelle

| Doses d'engrais | Nbre de jours de la levée à la floraison | |
|-----------------|--|-------|
| | Mudishi1 | Pan53 |
| 0-0-0 | 72,3a | 74,0a |
| 81-63-17 | 66,0a | 65,3a |
| 145-109-17 | 65,3a | 68,3a |
| 209-155-17 | 65,3a | 67,0a |
| Moyenne | 67,2a | 68,6a |

Les résultats sont présentés sous forme des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

L'analyse statique au seuil de probabilité de 5 % a montré que les doses croissantes d'azote et du phosphore n'influencent pas significativement le nombre de jours de la levée à la floraison. Les moyennes de deux variétés (Mudishi1 et Pan53) n'ont pas aussi montré de différences significatives selon le test de PPDS. L'observation des données numériques indique tout de même que les plantes de deux variétés soumises à la dose 0-0-0, ont présenté le nombre de jours de la levée à la floraison le plus élevé (73 jours en moyenne).

3.3. Hauteur des plants

Les résultats en rapport avec la hauteur des plants sont présentés dans le tableau 3. Pour la variété Mudishi1, l'analyse de variance a montré des différences significatives entre les doses d'éléments nutritifs apportés au seuil de probabilité de 5 %. L'application de la dose 81-63-17 a influencé positivement la hauteur des plants (156,5 cm). La plus faible hauteur a été observée chez les plants soumis à la dose 0-0-0.

Tableau 3. Effets des doses croissantes d'azote et de phosphore sur la hauteur des plants

| Doses d'engrais | Hauteur des plants (cm) | |
|-----------------|-------------------------|--------|
| | Mudishi1 | Pan53 |
| 0-0-0 | 114,3c | 150,8c |
| 81-63-17 | 156,5a | 180,7a |
| 145-109-17 | 144,3b | 169,1b |
| 209-155-17 | 146,7b | 177,6a |
| Moyenne | 140,5b | 169,5a |

Les résultats sont présentés sous forme des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

En ce qui concerne la variété Pan53, la hauteur des plants a varié entre 150,8 (dose 0-0-0) et 180,7 cm (dose 81-63-17). Des différences significatives ont été enregistrées sur les doses d'éléments nutritifs apportés au seuil de probabilité de 5 %. Comme pour la variété Mudishi1, ce sont des plantes fertilisées avec 0-0-0 qui ont montré un faible développement végétatif en longueur par rapport à d'autres.

3.4. Hauteur à l'insertion de l'épi

Les résultats sur la hauteur à l'insertion de l'épi sont repris dans le tableau 4. L'analyse de variance au seuil de probabilité de 5 % a montré des différences significatives entre les doses d'engrais appliqués chez les deux variétés. Chez la variété Mudishi1, la hauteur à l'insertion de l'épi a varié entre 27,1 (dose 0-0-0) et 42,7 cm (81-63-17).

Tableau 4. Effets des doses croissantes d'azote et de phosphore sur la hauteur à l'insertion de l'épi

| Doses d'engrais | Hauteur (cm) | |
|-----------------|--------------|-------|
| | Mudishi1 | Pan53 |
| 0-0-0 | 27,1b | 32,3b |
| 81-63-17 | 42,7a | 43,8a |
| 145-109-17 | 39,0a | 35,7b |
| 209-155-17 | 40,1a | 44,0a |
| Moyenne | 37,2a | 38,9a |

Les résultats sont présentés sous forme des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Pour ce qui est de la variété Pan53, les plantes fertilisées avec la dose 209-155-17 ont manifesté une hauteur à l'insertion de l'épi importante (44,0 cm). L'application de la dose 0-0-0 n'a pas eu d'effets significatifs sur la hauteur à l'insertion de l'épi. La hauteur moyenne de deux variétés soumises à l'étude était presque la même (37,2 cm pour Mudishi1 et 38,9 cm pour Pan53).

3.5. Résistance à la verse

Les résultats concernant la résistance du maïs à la verse sont consignés dans le tableau 5. Pour la variété Mudishi1, en moyenne 41,7 % de plantes ont présenté une résistance à la verse contre 24,2 % pour la variété Pan53. L'analyse de variance au seuil de probabilité de 5 % a montré des différences significatives entre les variétés soumises à l'étude et les doses d'engrais appliquées.

Tableau 5. Influence des doses croissantes d'azote et de phosphore sur la résistance à la verse de deux variétés de maïs Mudishi1 et Pan53.

| Doses d'engrais | Résistance (%) | |
|-----------------|----------------|-------|
| | Mudishi1 | Pan53 |
| 0-0-0 | 31,7c | 6,7d |
| 81-63-17 | 33,3c | 13,3c |
| 145-109-17 | 60,0a | 28,3b |
| 209-155-17 | 41,7a | 48,3a |
| Moyenne | 41,7a | 24,2b |

Les résultats sont présentés sous forme des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Chez la variété Pan53, le pourcentage des plants résistants à la verse a varié entre 6,7 (dose 0-0-0) et 48,3 % (dose 209-155-17).

3.6. Rendement en maïs grains

Le rendement en maïs grains est présenté au tableau 6. Pour les deux variétés, le rendement moyen était de 1,8 t ha⁻¹ pour Mudishi1 et de 3,4 t ha⁻¹ pour Pan53. L'analyse de variance au seuil de probabilité de 5 % a indiqué des différences significatives entre les deux variétés. Le rendement moyen le plus faible enregistré était de 0,4 t ha⁻¹ avec l'application de la dose 0-0-0 chez la variété Mudishi1 et de 1,6 t ha⁻¹ chez la variété Pan53.

Tableau 6. Effets des doses croissantes d'azote et de phosphore sur le rendement en grains ($t\ ha^{-1}$) de deux variétés de maïs Mudishi1 et Pan53

| Doses d'engrais | Rendement ($t\ ha^{-1}$) | |
|-----------------|----------------------------|-------|
| | Mudishi1 | Pan53 |
| 0-0-0 | 0,4b | 1,6b |
| 81-63-17 | 2,5a | 3,7a |
| 145-109-17 | 2,0a | 3,6a |
| 209-155-17 | 2,2a | 4,7a |
| Moyenne | 1,8 b | 3,4 a |

Les résultats sont présentés sous forme des moyennes. Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Le rendement le plus élevé en grains de maïs obtenu était de $2,5\ t\ ha^{-1}$ chez Mudishi1 (dose 81-63-17) et de $4,7$ chez la variété Pan53 (dose 209-155-17).

4. DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent que ni la variété, ni la dose, ni les interactions doses - variétés n'ont pas influencé la durée semis-levée. Aldrish *et al.* (1975) ont signalé que le coléoptile du maïs émerge souvent entre six et dix jours après le semis. Les conditions agro-environnementales (température du sol, humidité, aération, profondeur du semis ainsi que la viabilité de grains de Mudishi1 et de Pan 53) étaient favorables à la réalisation de la phase semis-levée. Les résultats obtenus ont indiqué que chez les deux variétés du maïs, le nombre de jours du semis à la levée ne dépend pas du génotype, mais des conditions de l'environnement et des techniques culturales. Kalenda (2013) souligne que la durée de la phase semis-levée est fonction de la vitesse d'imbibition de la semence et de la température. Van Den Put (1981) a observé qu'à partir de $20\ ^\circ C$, la levée ne met que 6 à 10 jours pour être complète. Les mêmes auteurs ont précisé que la levée est meilleure si le sol ayant servi de support est doué de bonnes propriétés physiques. Les génotypes utilisés au cours de cet essai avaient un bon pouvoir germinatif car il s'agissait des semences améliorées. Combe et Picard (1994) signalent que la température a une influence sur les durées des phases végétative et reproductrice du maïs, et ces dernières peuvent être constantes ou dépendre de la précocité du génotype étudié.

Le nombre de jours de la levée à la floraison constitue un caractère lié au génotype. Ce paramètre est très important, car, il permet de classer les variétés en différents cycles végétatifs, c'est-à-dire, plus la durée est courte, le génotype est dit précoce. Duburcq *et al.* (1983) avaient indiqué que la période levée-floraison a une durée très variable, à partir de laquelle on caractérise la

précocité du génotype. Les deux variétés avaient le nombre de jours de la levée à la floraison femelle similaire. La comparaison des doses entre-elles montre que les plantes de maïs installées sur les parcelles non fertilisées sont plus tardives par rapport à celles installées sur les parcelles fertilisées. En effet, l'induction florale demande une accumulation en éléments nutritifs, ce qui justifierait la bonne performance observée sur les parcelles fertilisées. Ces résultats corroborent ceux trouvés par Nyembo *et al.* (2012). Ces derniers avaient également constaté une apparition tardive de la floraison mâle sur les parcelles non fertilisées (72 jours) par rapport aux parcelles fertilisées (65 jours). En outre, l'excès d'azote tend à prolonger la durée du fonctionnement des organes verts, à retarder la sénescence et la maturation du maïs (Falisse et Lambert, 1994). Ce phénomène n'a pas été constaté dans notre étude où des faibles doses d'azote étaient appliquées.

En ce qui concerne la hauteur des plants, elle était faible sur des parcelles non-fertilisées, alors qu'elle était importante sur les parcelles traitées. La grande taille observée sur les parcelles fertilisées serait plus liée à l'azote apporté. La FAO (2005) affirme que l'azote sert à construire toutes les parties vertes qui assurent la croissance et la vie des plantes. Aussi, le potassium a un effet sur la turgescence des cellules végétales et/ou l'élongation des entrenœuds. Cette étude a montré que la variété Pan53 a une taille élevée par rapport à Mudishi1. Toutefois, Nyembo *et al.* (2012), indiquent que même si les effets des doses d'engrais ont été masqués par l'influence du patrimoine génétique, il apparaît que la taille des plantes de maïs est proportionnelle à la dose d'engrais appliquée.

Quant à la hauteur à l'insertion de l'épi, l'étude a montré une influence significative de l'application des engrais. Les parcelles non fertilisées (dose 0-0-0) ont donné des plantes avec une faible hauteur à l'insertion de l'épi et les deux variétés ont donné des hauteurs à l'insertion de l'épi similaire. L'hybride Pan53, bien que de grande taille, a atteint une hauteur à l'insertion de l'épi faible, cette dernière constituerait l'un des critères de sélection.

La résistance à la verse a été significativement impactée par les deux facteurs (engrais et variété). La variété Mudishi1 a été plus susceptible à la verse que la variété Pan53. Useni *et al.* (2012) ont montré que plus la hauteur de la plante est élevée, plus elle est sensible à la verse. Mais les résultats de notre étude ont indiqué que la variété Pan53 qui avait une taille élevée, a été plus résistante à la verse que la variété Mudishi1. Ceci peut s'expliquer par la rigidité des tiges due à la vigueur hybride. En outre, l'attaque de maïs par les chenilles foreuses de tige enregistrée lors de l'essai a été plus prononcée chez la variété Mudishi1, ce qui aurait accentué sa

susceptibilité à la verse. Aussi, les parcelles non fertilisées et celles fertilisées avec des faibles doses d'engrais sont moins susceptibles à la verse par rapport aux parcelles fertilisées avec les fortes doses d'engrais. En effet, au fur et à mesure qu'on augmente la dose d'azote dans la culture du maïs, la résistance à la verse diminue sensiblement. De nombreux auteurs ont rapporté que l'effet de la fertilisation azotée sur la productivité des cultures sont très variables, et les apports d'azote élevés peuvent provoquer la verse de la plante et réduire ainsi le rendement en grains (Hauck, 1990 ; Lafond, 2004).

Les deux facteurs étudiés (dose d'engrais et variété) ont influencé le rendement en maïs grains. Cependant, leurs interactions n'ont pas produit d'effet sur ce paramètre. L'apport des engrais chimiques a accru sensiblement le rendement en maïs grains. Le rendement obtenu sur les parcelles fertilisées est quatre fois plus élevé que celui obtenu sur les parcelles non fertilisées. Le faible rendement obtenu dans des conditions naturelles (parcelles non fertilisées) peut être attribué aux caractéristiques physico-chimiques du sol, en l'occurrence, la déficience en éléments nutritifs (Ca, Mg, P, K, B et Zn) (Mulaji, 2010). Les effets bénéfiques de la fertilisation chimique en agriculture ont été prouvés par de nombreuses recherches (Batiano *et al.*, 2004). L'hybride Pan53 a donné des rendements supérieurs à ceux observés chez la variété Mudishi1. Ceci serait dû à l'effet hétérosis observé chez les hybrides qui amplifie la production. Minot *et al.* (2007) ont indiqué qu'en Afrique subsaharienne, les différents programmes d'amélioration avaient permis d'augmenter de 14 à 25 % le rendement par rapport aux variétés locales dans le cas des OPVs et de 30 à 40 %, dans le cas des hybrides. En outre, le rendement de la variété Mudishi1 a atteint le pic à la dose de 81-63-17, à partir de laquelle, ils ont commencé à décroître. Cependant, les rendements de l'hybride Pan53 ont augmenté avec les doses croissantes d'engrais minéraux (81-63-17; 145-109-17 et 209-155-17), sans avoir atteint le pic. Dorn *et al.* (1985) ont observé qu'une meilleure nutrition des plantes par la fertilisation peut permettre une augmentation des rendements en quantité et en qualité, et cette amélioration est nécessaire à l'expression de génotype à haut potentiel de rendement. A Lubumbashi (Haut-Katanga), avec une dose élevée d'engrais azoté (368 kg N ha⁻¹) et du soufre (24 kg SO₄ ha⁻¹), la variété Pan53 a donné un rendement de 8 t ha⁻¹ avec un rapport revenu/coût de 3,66 (Nyembo *et al.*, 2012). Le faible rendement obtenu lors de cet essai avec la même variété peut se justifier par : (i) Les faibles doses d'azote appliquées par rapport à celles utilisées à Lubumbashi (326 et 408 kg N ha⁻¹) ; (ii) la variété Pan53 est originaire d'Afrique australe et peut

manifester un problème d'adaptation dans des conditions de moyennes et basses altitudes.

5. CONCLUSION

L'engrais est l'un des facteurs importants de l'augmentation du rendement de maïs, et sa faible disponibilité peut occasionner une baisse considérable de rendement et par conséquent, augmenter l'insécurité alimentaire et la pauvreté. Un excès d'engrais entraîne le risque de contamination de l'environnement (eau et air). Une des conditions principales de la réussite de la fertilisation sur le maïs est le choix de la variété adaptée aux conditions du milieu. De nombreux pays tropicaux se heurtent au manque de matériel végétal sélectionné.

Les résultats de notre essai ont montré qu'au-delà de la dose NPK 145-109-17, le rendement de Mudishi1 commence à décroître, tandis que celui de l'hybride Pan53 continue à accroître jusqu'à la dose NPK 209-155-17. L'application des doses d'engrais au-delà de NPK 145-109-17, ne permet pas d'améliorer le rendement chez la variété Mudishi1, tandis que chez la variété Pan53, l'apport de plus de NPK 209-155-17 kg ha⁻¹ pourra permettre d'augmenter le rendement. En effet, les variétés hybrides réagissent mieux à des doses croissantes d'engrais minéraux, contrairement aux variétés à pollinisation libre. Les études ultérieures sont nécessaires pour évaluer en saison culturale A, les effets des doses croissantes des engrais minéraux (Urée, DAP et NPK) sur le rendement et la rentabilité économique de l'hybride Pan53.

Références

- Abuzar M.R., Sadozai G.U., Baloch M.S. *et al.*, 2011. Effect of plant population densities on yields of maize. *The Journal of Animal and Sciences*, 21(4), 692-695.
- Akinnifesi F.K., Makumba W., Sileshi G., Ajayi O.C. & Mweta D., 2007. Synergic effect of inorganic N and organic inputs from *Gliricidia sepium* on productivity of intercropped maize in Southern Malawi. *Plant and Soil*, 294(1-2), 203-217.
- Aldrich S.R., Scott W.O. & Leng E.R., 1975. *Modern corn production*. A and L Publications, Champaign, II.
- Batiano A., Kimetu J., Ikera S. *et al.*, 2004. The Africa Network for soil biology and fertility : New challenge and opportunities. In Batiano (Ed): *Managing of nutrient Cycles to sustain soil fertility in Sub-Saharan Africa*. *Academy of science publishers*, Nairobi, Kenya, 1-23 p.
- Chabali P.F., van de Kerchove V. & Saint Macary H., 2006. *Guide la fertilisation organique à la Réunion*, 304 p.
- Chausse J.P., Kembola T. & Ngonde R., 2012. « Agriculture, pierre angulaire de l'économie de la RDC », dans Herdeschee J., Mukoko S.D., et Tshimenga

- T.M (éditeurs). *Résilience d'un géant africain. Accélérer la croissance et promouvoir l'emploi en RD Congo*, volume II. *Etudes sectorielles*. Média st Paul, Kinshasa. 98 p.
- Combe L. & Picard C., 1994. *Elaboration du rendement des principales cultures annuelles*. INRA : FRANCE. 191 p.
- Dom C.R., Reddy C.S., Lamphere D.N., Gaeuman J.V. & Lanesse R., 1985. Municipal sewage sludge application on Ohio farms: Heath effects. *Environ. Res.*, 38, 332-359.
- Duburcq J.B., Bonhomme R. & Derieux M., 1983. Durée des phases végétative et reproductrice chez le maïs. Influence du génotype et du milieu. *Agronomie*, 941-946.
- Falisse A. & Lambert J., 1994. Fertilisation minérale et organique. in. *TA Yebamezianl E. H., Persoons E. : agronomie moderne : Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale*. Hatier-AUPELF-UREP, 377-398.
- FAO, 2005. *Notions de nutrition de plantes et de fertilisation des sols* : Manuel de formation, projet intrants, Niger, 24 p.
- Huack RD., 1990. Agronomic and public aspects of soil nitrogen research. *Soil Use Management*, 6, 66-70.
- Kalenda N., 2013. *Evaluation du rendement de maïs par hybridation entre les composites exotiques et les variétés locales à la Mission de Kabue*. ISEK (Kananga), 12 p.
- Lafond J., 2004. Fractionnement de la fertilisation azotée minérale et organique : Effet sur la productivité du canola de printemps et sur les nitrates du sol. *Canadian Journal of Soil Science*, 84, 491-501.
- Lukombo L. J-C., 2013. *Analyse de la productivité de maïs dans le territoire de Ngandajika, en RD Congo : « diagnostic agronomique participatif et essai de modélisation »*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Pédagogique Nationale (UPN), RDC, 123 p.
- Mbuya K.A., 2014. *Sélection, développement, caractérisation et diffusion des variétés de maïs à haute teneur de protéines de qualité en RD Congo : Analyses agronomiques nutritionnelles et génétiques*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Pédagogique Nationale (UPN), 150 p.
- Minengu JDD., 2014. *Etude des possibilités de culture de Jatropha curcas L. dans la région de Kinshasa (République Démocratique du Congo)*. Thèse de Doctorat, Université de Liège-Gembloux Agro-BioTech, 178 p.
- Minot N., Melinda S., Carl E., Thomas J., Jennifer K., Daniela H. & Robert M., 2007: Seed development in Sud-Sahara Africa: *A Review of Experiences*, 189 p.
- Mulaji K.C., 2010. *Utilisation des composts de bio déchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (RDC)*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 172 p.
- Muoneke C.O., Ogwuche M.A.O. & Kalu B. A., 2007. Effect of maize planting density on the performance of maize/soybean intercropping system in a guinea savanna agro-ecosystem. *African Journal of Agricultural Research*, 2, 667-677.
- Nyembo K.L., Useni S.Y., Mpundu M.M., Brigeme M.D., Kasongo L.M. & Baboy L.L., 2012. Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de nouvelles variétés de maïs. *Journal of applied biosciences*, 59, 4286-4296.
- Nyembo K.L., Useni S.Y., Chukiyabo K.M., Tshomba K.J. et al., 2013. Rentabilité économique du fractionnement des engrais azotés en culture de maïs (*Zea mays* L) : cas de la ville de Lubumbashi, sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 65, 4945-4956.
- Oost J.F. & Toffoli M., 2012. *Fertilisation du maïs en 2012. Rendement optimum, reliquats et coûts minimum !* COPF Asbl, centre pilote maïs asbl, UCL-EL, le membre de la structure d'encadrement Nitrawal, 6 p.
- Tahir M., Jaredn M.R., Tanveer A. et al., 2009. Effect of different herbicides on weeks, growth and yield of spring planted maize (*Zea mays* L). *Pak. J. life. Soc. Sci.*, 7(2), 168-174.
- Useni S.Y., Baboy L.L., Nyembo K.L. & Mpundu M.M., 2012. Effets des apports combinés de bio-déchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*, 54, 3935-3943.
- Vandenput R., 1981. *Les principales cultures en Afrique Centrale*, AGCD, LESAFRE, Belgique, pp. 44-69.
- Ziadi N., 2007. Utilisation des engrais minéraux azotés en grandes cultures : description des différentes formes et leurs impacts en agroenvironnement. *Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures*, Québec. *Colloque sur l'azote*, 25 p.