

Effet de microdoses d'urée associées à des doses de compost sur la productivité de la célosie (*Celosia argentea* L.)

[Effect of microdoses of urea associated with doses of compost on the productivity of celosia (*Celosia argentea* L.)]

Tamia Joséphine Ama-Abina¹, Mako Francois De Paul N'Gbesso², Brindou Brou Yannick Boa¹, Gaoussou Sanogo Famory Traore^{1,2}, and Lassina Fondio²

¹Laboratoire de Géosciences et Environnement, Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA (UNA) Abidjan (Côte d'Ivoire), 02 BP 801 Abidjan, Côte d'Ivoire

²Station de Recherche sur les Cultures Vivrières, Bouaké (Côte d'Ivoire), Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Poor cultivation practices, attacks by numerous pests and diseases, unavailability of arable land in urban areas, and the excessive and unreasonable use of fertilizers and pesticides are the constraints to celosia cultivation. Faced with all these constraints, a trial was conducted to improve celosia productivity, using a split-plot system with three blocks, at the CNRA Foods Crops Research Station in Bouaké. Six doses of compost combined with six microdoses of urea were tested. The results of the growth parameters showed that the D4T5 treatment, which was a combination of 8 t/ha of compost and 3 g of urea/package, promoted very good vegetative development at 45 days. The D2T3 and DOT5 treatments, which were respectively the combination of 4 t/ha compost + 2 g urea/packet and 0 t/ha compost + 3 g urea/packet, were the most productive with 27.28±4.50 and 27.08±2.88 t/ha respectively. The optimum compost rate was therefore obtained by treatment D2 and the optimum urea rate by treatment T3. Furthermore, of all the treatments applied, treatment DOT1, a combination of 0 t/ha compost + 0.5 g urea/packet, and treatment DOT2, a combination of 0 t/ha compost + 1 g urea/packet, obtained the best agronomic efficiencies with 14.89±12.01 and 12.89±7.75 kg MS/kg respectively. It appears that the combination of urea and compost (D2T3), which seems to produce better yields, could be recommended to farmers.

KEYWORDS: Urea, compost, productivity, celosia, Bouaké.

RESUME: Les mauvaises pratiques culturales, les attaques de nombreux ravageurs et maladies, l'indisponibilité de terre arable en zones urbaines et l'utilisation abusive et non raisonnée des engrais et pesticides sont les contraintes de culture de la célosie. Face à toutes ces contraintes, un essai a été mené dans le but d'améliorer la productivité de la célosie, selon un dispositif en split-plot à trois blocs, à la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières du CNRA de Bouaké. Six doses de compost associées à six microdoses d'urée ont été testées. Les résultats des paramètres de croissance ont montré que le traitement D4T5 issu de la combinaison de 8 t/ha de compost et de 3 g d'urée/poquet a favorisé un très bon développement végétatif à 45 JAS. Les traitements D2T3 et DOT5 issus respectivement de la combinaison de 4 t/ha de compost + 2 g d'urée/poquet et 0 t/ha de compost + 3 g d'urée/poquet ont été les plus productives avec respectivement 27,28±4,50 et 27,08±2,88 t/ha. La dose optimale du compost a été obtenue donc par le traitement D2 et celle de l'urée par le traitement T3. Par ailleurs, de tous les traitements appliqués, le traitement DOT1, combinaison de 0 t/ha de compost + 0,5 g d'urée/poquet, et le traitement DOT2, combinaison de 0 t/ha de compost + 1 g d'urée/poquet, ont obtenus les meilleures efficacités agronomiques avec respectivement 14,89±12,01 et 12,89±7,75 kg MS/kg. Il ressort que l'association urée et compost (D2T3), qui semble produire de meilleurs rendements, pourrait être conseillée aux producteurs.

MOTS-CLEFS: Urée, compost, productivité, célosie, Bouaké.

1 INTRODUCTION

La célosie (*Celosia argentea* L.) est une plante herbacée annuelle résistante à la sécheresse [1]. Cette plante joue un rôle important dans les régimes alimentaires des populations vivant en Afrique, en Asie et en Océanie. Elle est consommée à des fins nutritionnelles et médicinales [2]. Les feuilles et les jeunes pousses sont utilisées dans les soupes et les ragoûts pour leurs taux élevés de calcium, de phosphore et de fer [3]. Aussi, la célosie est-elle une source importante de protéines, de calories, de vitamines, de minéraux et de fibres [4] et [5] qui enrichissent l'alimentation des populations en Afrique et, surtout, celles des personnes à faibles revenus [1]. Selon [6], elle est économiquement rentable et présente plusieurs valeurs nutritives qui peuvent contribuer, significativement, à atteindre la sécurité alimentaire en Côte d'Ivoire. En effet, sa richesse nutritionnelle, ses multiples utilisations culinaires et son usage industriel ont été développés par la recherche. Ceci a eu pour avantage, un regain d'intérêt de sa consommation par les populations [7]. Malgré l'importance de la célosie au plan socio-économique, nutritionnel et thérapeutique, peu de travaux ont été réalisés pour améliorer sa productivité [1]. Selon la [8], le rendement moyen de cette culture (7,60 t/ha) a été limité par les pratiques culturales obsolètes.

De ce fait, la célosie est considérée comme une plante marginale en zone rurale. Les producteurs s'y intéressent peu, et sa production est assurée par quelques femmes dans les espaces urbains et périurbains, avec des techniques rudimentaires et des méthodes de fertilisation traditionnelle [9] peu recommandables. Aussi, peut-on noter l'absence d'itinéraire technique et l'emploi excessif de fertilisants minéraux [10] à des doses indéfinies, avec ses répercussions sur l'environnement et surtout sur la qualité de la production.

Dans ce contexte, il devient opportun de proposer des méthodes de fertilisation adéquates qui tiennent à la fois compte de la qualité de la production et de la préservation de l'environnement.

Cette étude initiée sur l'amélioration de la productivité de la célosie vise à évaluer l'effet des doses de compost et d'urée sur les paramètres de croissance et de rendement et à déterminer les doses de compost et d'urée optimales pour la production de la célosie.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée à la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières (SRCV) du CNRA de Bouaké, ville située à environ 340 km d'Abidjan au Centre de la Côte d'Ivoire. La Station CNRA est située à 8 km du centre de la ville (Figure 1) avec pour coordonnées géographiques: 05°52'2" W, 07°40'42,6" N et à 430 m d'altitude. La ville de Bouaké a une superficie de 28 530 km², avec une densité de 53,9 hab/km² [11]. Elle est le Chef-lieu de la région du Gbêkê, avec une population d'environ 680 694 habitants [12].



Fig. 1. Présentation de la zone d'étude [13]

2.2 CLIMAT ET SOLS

La région de Bouaké est située dans le climat baouléen caractérisé par quatre saisons, dont une grande saison sèche (novembre à février), une grande saison de pluies (mars à juin), une petite saison sèche (juillet à août) et une petite saison de pluies (septembre à octobre). Mais, chacune de ces périodes est de moins en moins marquées ces dernières années selon [14].

Cependant, le diagramme ombrothermique de l'année 2019 (Figure 2) révèle que les mois les plus chauds ont été d'une part, janvier, février et d'autre part, novembre et décembre. Les faibles températures sont enregistrées en juillet, août, septembre et octobre. La température moyenne dans la journée se situe autour de 27 °C.

La région centre de la Côte d'Ivoire est occupée par des Ferralsols à texture sableuse [15]. Ce sont des Ferralsols typiques ou rajeunis, sur granite, des sols remaniés, avec des sous-groupes indurés ou appauvris et gleyiques [16]. Les bas-fonds ont une couverture pédologique colluvio-alluviale, occupée par des Gleysols sablo-limoneux à sablo-argileux, en permanence inondés pendant la saison des pluies [17].

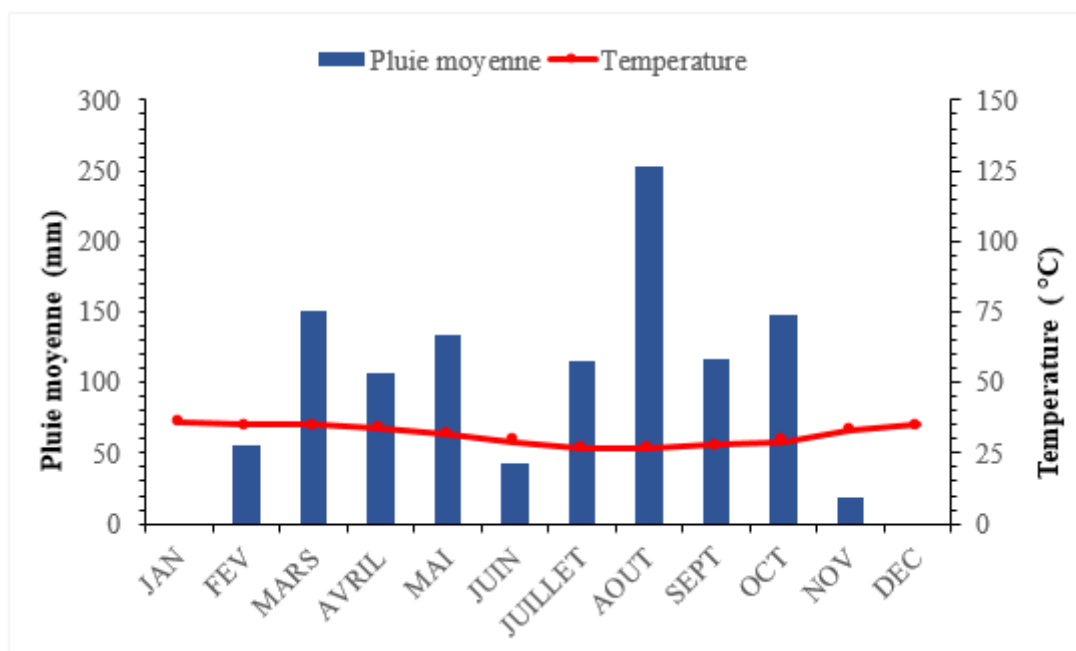


Fig. 2. Diagramme ombrothermique de la Station CNRA de Bouaké de l'année 2019

2.3 MATÉRIEL VÉGÉTAL

L'étude a porté sur l'espèce de célosie (*Celosia argentea* L.) qui est commercialisée en Côte d'Ivoire et très appréciée par les producteurs et les consommateurs. Son choix s'explique, non seulement, par sa grande consommation par la population en raison de sa forte teneur en vitamines et minéraux mais, surtout, par sa facilité de production et constitue également une source de revenus pour les petits producteurs urbains.

2.4 MATÉRIEL FERTILISANT

Le matériel fertilisant (Photo 1) utilisé est constitué d'engrais minéraux (l'urée (46-0-0)) (Photo 1a) et d'engrais organique (compost (Photo 1b)). Le compost a été obtenu après compostage de sous-produits agricoles locaux (résidus de récolte de soja et fane d'arachide) et de déjections animales (fientes de poulet) pendant six (06) mois.



a : Urée à 46 % d'azote.



b : Compost de sous-produits locaux.

Photo 1. Matériel fertilisant utilisé

2.5 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'essai a été conduit selon un dispositif en Split-plot incluant trois blocs (Figure 3), constitués de 6 doses de compost (D0, D1, D2, D3, D4, D5) en apport de fond et 6 microdoses d'urée (T0, T1, T2, T3, T4 et T5) en apport de couverture tels que définis respectivement dans les

tableaux 1 et 2 ci-dessous. Les parcelles élémentaires (Figure 4) ont une superficie de 6 m² (3 m x 2 m). Dans chaque traitement qui représente une parcelle élémentaire, la célosie a été semée sur des planches de six (6) lignes de 6 plants par poquet (orientés dans le sens de la largeur) soit 36 plants par parcelle élémentaire dont 16 centraux (représentés en rouge) sur lesquels ont portés les mesures. Les écartements ont été de 0,3 m entre deux plants consécutifs et 0,4 m entre les lignes, soit une densité de 60000 plants à l’hectare. L’essai a été conduit sur une superficie de 1282,5 m² (19 m x 67,5 m) pour une densité totale de couverture de 213,75 m².

Au total 36 traitements ont été comparés:

- DOT0 (0 t/ha de compost et 0 g d’urée/poquet);
- DOT1 (0 t/ha de compost et 0,5 g d’urée/poquet);
- DOT2 (0 t/ha de compost et 1 g d’urée/poquet);
- DOT3 (0 t/ha de compost et 2 g d’urée/poquet);
- DOT4 (0 t/ha de compost et 2,5 g d’urée/poquet);
- DOT5 (0 t/ha de compost et 3 g d’urée/poquet);
- D1T0 (2 t/ha de compost et 0 g d’urée/poquet);
- D1T1 (2 t/ha de compost et 0,5 g d’urée/poquet);
- D1T2 (2 t/ha de compost et 1 g d’urée/poquet);
- D1T3 (2 t/ha de compost et 2 g d’urée/poquet);
- D1T4 (2 t/ha de compost et 2,5 g d’urée/poquet);
- D1T5 (2 t/ha de compost et 3 g d’urée/poquet);
- D2T0 (4 t/ha de compost et 0 g d’urée/poquet);
- D2T1 (4 t/ha de compost et 0,5 g d’urée/poquet);
- D2T2 (4 t/ha de compost et 1 g d’urée/poquet);
- D2T3 (4 t/ha de compost et 2 g d’urée/poquet);
- D2T4 (4 t/ha de compost et 2,5 g d’urée/poquet);
- D2T5 (4 t/ha de compost et 3 g d’urée/poquet);
- D3T0 (6 t/ha de compost et 0 g d’urée/poquet);
- D3T1 (6 t/ha de compost et 0,5 g d’urée/poquet);
- D3T2 (6 t/ha de compost et 1 g d’urée/poquet);
- D3T3 (6 t/ha de compost et 2 g d’urée/poquet);
- D3T4 (6 t/ha de compost et 2,5 g d’urée/poquet);
- D3T5 (6 t/ha de compost et 3 g d’urée/poquet);
- D4T0 (8 t/ha de compost et 0 g d’urée/poquet);
- D4T1 (8 t/ha de compost et 0,5 g d’urée/poquet);
- D4T2 (8 t/ha de compost et 1 g d’urée/poquet);
- D4T3 (8 t/ha de compost et 2 g d’urée/poquet);
- D4T4 (8 t/ha de compost et 2,5 g d’urée/poquet);
- D4T5 (8 t/ha de compost et 3 g d’urée/poquet);
- D5T0 (10 t/ha de compost et 0 g d’urée/poquet);
- D5T1 (10 t/ha de compost et 0,5 g d’urée/poquet);
- D5T2 (10 t/ha de compost et 1 g d’urée/poquet);
- D5T3 (10 t/ha de compost et 2 g d’urée/poquet);
- D3T4 (10 t/ha de compost et 2,5 g d’urée/poquet);
- D5T5 (10 t/ha de compost et 3 g d’urée/poquet)

Tableau 1. Doses de compost appliquées en apport de fond

Traitements	Quantités appliquées (t/ha)	Délai d’application
D0	0	Aucune application
D1	2	Appliquer le jour du semis
D2	4	Appliquer le jour du semis
D3	6	Appliquer le jour du semis
D4	8	Appliquer le jour du semis
D5	10	Appliquer le jour du semis

Tableau 2. Doses d'urée appliquées pour chaque traitement

Traitements	Quantité d'urée par poquet (g)	Délai d'application
T0	0	Aucune application
T1	0,5	Appliquer 30 jours après semis
T2	1	Appliquer 30 jours après semis
T3	2	Appliquer 30 jours après semis
T4	2,5	Appliquer 30 jours après semis
T5	3	Appliquer 30 jours après semis

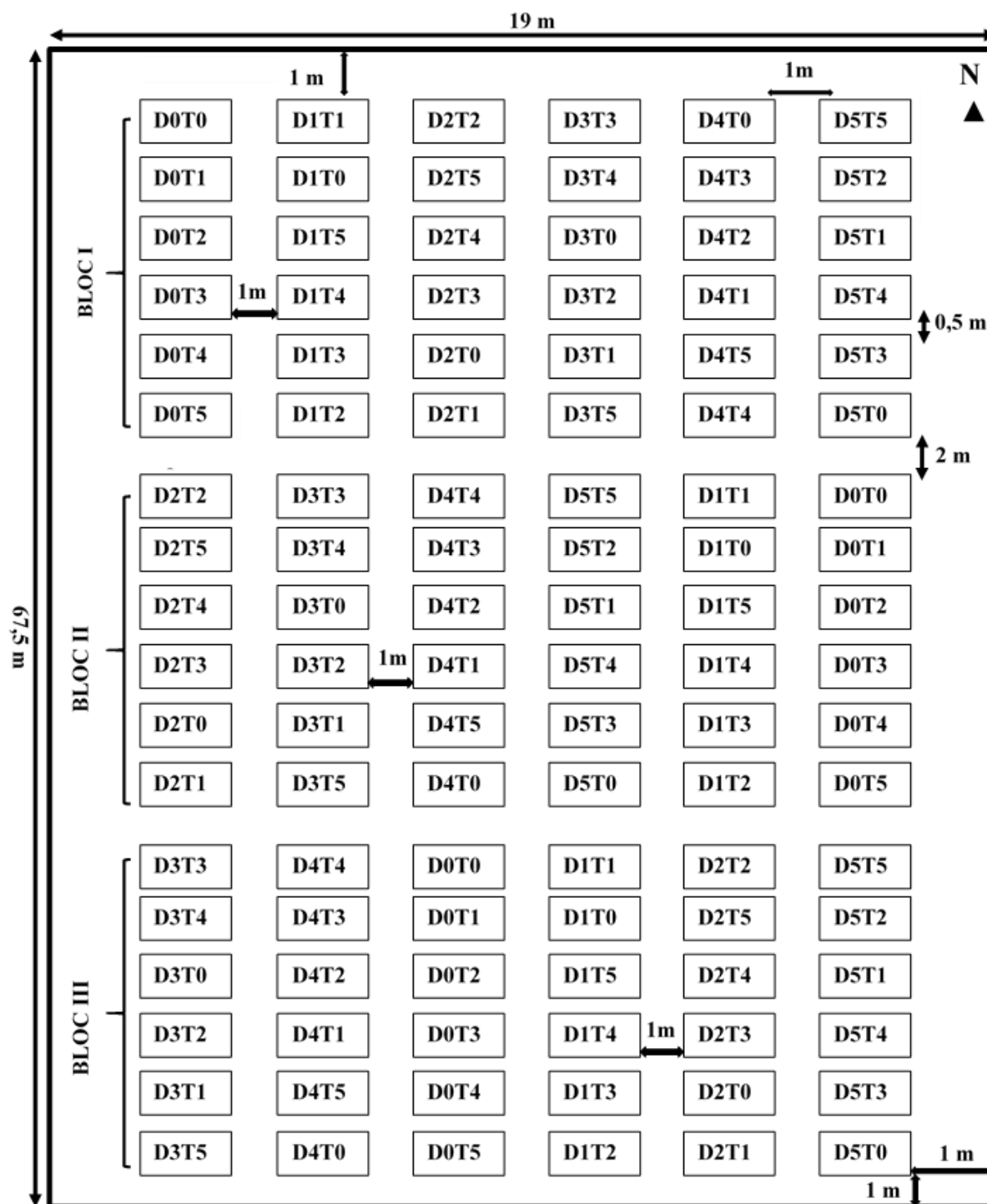


Fig. 3. Dispositif expérimental en split plot

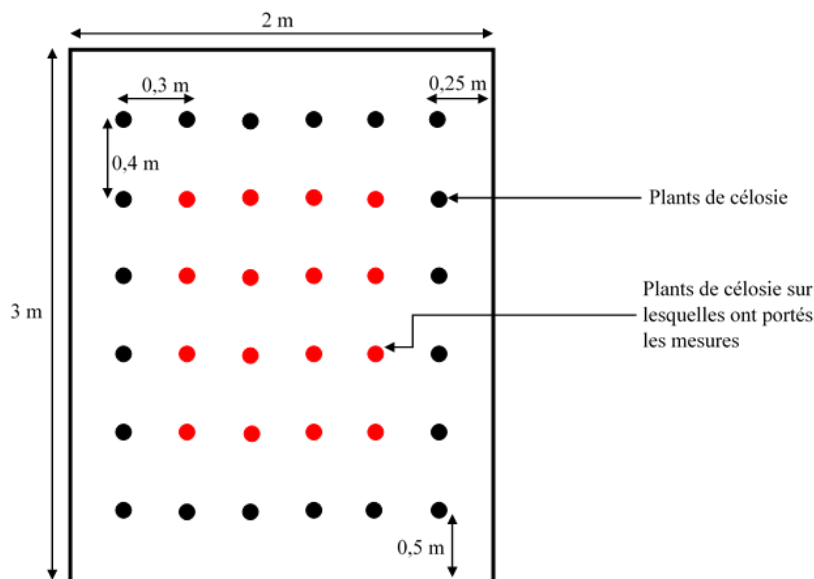


Fig. 4. Plan d'une parcelle élémentaire

2.6 MISE EN PLACE ET SUIVI DE L'ESSAI

Les grains de célosie ont été semés directement dans le sol. Pour ce faire, un labour manuel du sol a été effectué suivi de l'épandage du compost à différentes doses (D0, D1, D2, D3, D4 et D5). Avant l'apport de l'urée, un démariage a été effectué 26 jours après le semis (JAS) afin de réduire le nombre de plants par poquet à un (1) plant. Puis l'apport des microdoses d'urée (T0, T1, T2, T3, T4 et T5) a été fait 34 JAS. Les sarclages ont été réalisés pour éliminer les adventices (mauvaises herbes) au fur et à mesure de leur apparition. Pendant la culture, un traitement insecticide biologique à l'huile de neem a été effectué au 26 JAS.

2.7 MESURE DES PARAMETRES DE CROISSANCE ET DE RENDEMENT

Les mesures ont porté sur les paramètres de croissance: le développement végétatif à 45 JAS, la masse racinaire, la surface foliaire et le nombre de feuilles au stade de floraison et sur les paramètres du rendement: le rendement en feuilles fraîches et la masse de la biomasse fraîche et sèche totale des plants à maturité. Les paramètres ont été déterminés de la manière suivante:

- Développement végétatif des plants: évalué à quarante-cinq (45) JAS sur une échelle de notation de 1 à 5. L'échelle de notation de l'état du développement végétatif est présentée dans le tableau 3

Tableau 3. Échelle de notation de l'état du développement végétatif

Échelle de notation	État du développement végétatif
1	Développement végétatif très mauvais: plants très chétifs et de très petite taille, absence de ramifications.
2	Développement végétatif mauvais: plants chétifs, de petite taille, peu ou pas ramifiés.
3	Développement végétatif moyennement bon: plants vigoureux, de taille moyenne et peu ramifiés.
4	Bon développement végétatif: plants vigoureux et ramifiés à port peu étalé et de grande taille.
5	Très bon développement végétatif: plants très vigoureux et ramifiés à port étalé et de grande taille.

- Masse racinaire: évaluée sur cinq (5) plantes choisies au hasard déracinées et sectionnées au niveau des racines. Les racines de chaque plante ont été pesées à l'aide d'une balance électronique. La moyenne de ces mesures a permis de calculer la masse racinaire
- Surface foliaire (SF): déterminée par la mesure de la longueur et la largeur de cinq (5) plus vieilles feuilles choisies au hasard sur chaque plante au stade de floraison. Cette mesure a été effectuée à l'aide d'une règle. La moyenne de ces mesures a permis de calculer la surface foliaire totale (SFT) selon la méthode de [18]

$$SFT = 0,86 \times NF \times [0,91 \times 3 \times (0,95 \times L \times l \times \frac{\pi}{4})] \quad (1)$$

Avec:

NF: le nombre de feuilles par plante;

L et l: la longueur et la largeur moyennes des folioles (cm);

SFT: la surface foliaire totale (cm²).

- Nombre de feuilles (Nbr F): évalué par comptage des feuilles sur les cinq (5) plantes choisies au hasard au stade de floraison
- Rendement en feuilles (Rdt F): sur chaque parcelle élémentaire, les feuilles récoltées ont été pesées. Les différentes masses des feuilles récoltées ont été additionnées pour déterminer le rendement en feuilles total de chacun des traitements

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Masse brute} \times 10}{\text{Superficie utile}} \quad (2)$$

Avec:

Rendement: rendement en feuilles de la célosie (t/ha);

Masse brute: masse totale de feuilles récoltées (kg);

Superficie utile: superficie de récolte dans la parcelle élémentaire (m²).

- Biomasse fraîche totale (BIFR T) et biomasse sèche totale (BISC T): évaluée sur les seize (16) plantes centrales de chaque parcelle élémentaire, ensuite chaque plante fraîche a été pesée à l'aide d'une balance pour déterminer sa masse fraîche. Enfin, les plantes ont été séchées au soleil pendant deux (2) semaines puis pesées pour déterminer leurs différentes masses sèches
- Efficience agronomique (EA): elle représente le rendement physique de la culture engendrée par l'apport de l'engrais (fertilisant) et s'exprime en kg MS/kg d'engrais apporté. L'efficience agronomique a concerné les trois éléments majeurs (azote, phosphore et potassium) à la fin de l'expérimentation. Elle a été calculée à partir du rendement total de célosie pour chaque traitement et de la quantité de l'élément apportée suivant l'équation de [19] ci-dessous

Avec:

EA: efficience agronomique de l'élément fertilisant;

R (f): rendement du fertilisant;

R (t): rendement du témoin sans ce fertilisant;

Q (e.f): quantité de l'élément fertilisant appliqué.

Enfin, la réponse des différentes doses de traitements apportées a été appréciée au niveau des rendements afin de déterminer la dose optimale pour une meilleure productivité de la célosie.

$$EA = \frac{(R(f) - R(t))}{(Q(e.f))} \quad (3)$$

2.8 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données obtenues ont été saisies et organisées à l'aide du tableur Excel de Microsoft Office. Il a permis également à confectionner les matrices d'analyse et la construction des graphiques. Les analyses de variance et la comparaison des moyennes ont été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.1. Le test de Fischer a été choisi pour comparer les moyennes lorsque l'analyse des variances révèle des différences significatives entre les traitements au seuil de probabilité de 5 %.

3 RÉSULTATS

3.1 PARAMETRES DE CROISSANCE DE LA CELOSIE

3.1.1 SURFACE FOLIAIRE TOTALE ET DEVELOPPEMENT VEGETATIF DES PLANTES À 45 JAS

L'analyse de variance indique une différence significative entre les traitements concernant les variables surface foliaire totale (SFT) et le développement végétatif à 45 JAS (DVEG 45 JAS) (Tableau 4). Le traitement D4T3 a donné la valeur la plus importante (29785±15324 cm²) de la surface foliaire totale. Par contre, la plus faible valeur de surface foliaire totale (5010±3008 cm²) a été enregistrée par le traitement D3T0. En moyenne, la surface foliaire totale a été de 18067±8726 cm². S'agissant du développement végétatif des plantes à 45 JAS, le traitement D4T5 a présenté un très bon développement végétatif (5,00±0,00) par rapport aux autres traitements. Les traitements D2T0 et D4T0 ont, quant à eux, présentés un mauvais développement végétatif (2,00±0,00) avec une moyenne de 3,69±1,01.

3.1.2 NOMBRE DE FEUILLES PAR PLANTE ET MASSE RACINAIRE

D’après le tableau 5 la différence a été significative pour les variables nombre de feuilles (Nbre F) et masse racinaire (M Rac) des plantes. Le traitement D4T3 a eu la valeur la plus élevée (123,73±32,30) du nombre de feuilles. Tandis que, la plus faible valeur (41,87±22,31) du nombre de feuilles a été obtenue par le traitement D3T0. Quant aux masses racinaires, les traitements D2T2 et D4T4 ont enregistré les valeurs les plus élevées respectivement 23,20±5,01 g et 24,60±1,25 g. Par contre, les valeurs les plus faibles de la masse racinaire (8,87±2,72 g; 8,60±1,25 g et 9,27±1,45 g) ont été obtenues respectivement par les traitements D0T0, D1T0 et D3T0.

Tableau 4. Surface foliaire totale et développement végétatif des plantes à 45 JAS

Traitements	SFT (cm ²)	DVEG 45 JAS
D0T0	6082±2458 ^a *	3,33±1,53 ^{ab}
D0T1	10580±1552 ^{ab}	4,00±1,00 ^{abc}
D0T2	15476±3811 ^{abc}	4,67±0,58 ^c
D0T3	15477±385 ^{abc}	4,33±0,58 ^{bc}
D0T4	18724±6080 ^{abc}	4,00±1,00 ^{abc}
D0T5	21081±3861 ^{bc}	4,00±1,00 ^{abc}
D1T0	6364±1118 ^a	2,33±0,58 ^a
D1T1	15601±4804 ^{abc}	4,33±1,15 ^{bc}
D1T2	18813±7689 ^{abc}	4,33±1,15 ^{bc}
D1T3	16098±3756 ^{abc}	3,00±1,00 ^a
D1T4	21233±15543 ^{bc}	4,33±1,15 ^{bc}
D1T5	19113±8075 ^{abc}	4,00±0,00 ^{abc}
D2T0	8445±4146 ^{ab}	2,00±0,00 ^a
D2T1	17532±7199 ^{abc}	3,00±0,00 ^{ab}
D2T2	20260±6883 ^{bc}	4,67±0,58 ^c
D2T3	16306±2238 ^{abc}	4,33±0,58 ^{bc}
D2T4	20821±3263 ^{bc}	3,33±0,58 ^{ab}
D2T5	20219±3587 ^{bc}	4,67±0,58 ^c
D3T0	5010±3008 ^a	2,00±0,00 ^a
D3T1	13787±3503 ^{ab}	3,33±0,58 ^{ab}
D3T2	18446±6910 ^{abc}	3,67±0,58 ^{abc}
D3T3	20756±2396 ^{bc}	4,67±0,58 ^c
D3T4	27661±13389 ^c	4,00±0,00 ^{abc}
D3T5	19603±11274 ^{abc}	3,67±1,15 ^{abc}
D4T0	8482±7421 ^{ab}	2,00±0,00 ^a
D4T1	20710±8756 ^{bc}	3,33±0,58 ^{ab}
D4T2	23708±9097 ^{bc}	3,00±1,00 ^{ab}
D4T3	29785±15324 ^c	3,67±1,53 ^{abc}
D4T4	25001±6201 ^{bc}	4,00±0,00 ^{abc}
D4T5	27947±3009 ^c	5,00±0,00 ^c
D5T0	11911±10638 ^{ab}	2,33±0,58 ^a
D5T1	19850±13561 ^{abc}	3,67±0,58 ^{abc}
D5T2	18678±7383 ^{abc}	3,67±0,58 ^{abc}
D5T3	25427±9399 ^{bc}	3,67±0,58 ^{abc}
D5T4	24250±7535 ^{bc}	4,33±0,58 ^{bc}
D5T5	21170±7897 ^{bc}	4,00±0,00 ^{abc}
Moyennes	18067±8726	3,69±1,01
Probabilités	0,006372	0,000004
CV (%)	48,30	27,37

*Les chiffres dans une même colonne affectée de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % selon le Test de Fisher.

Tableau 5. Nombres de feuilles par plantes et masse racinaire

Traitements	Nbre F	M Rac (g)
D0T0	39,47±10,35 ^{a*}	8,87±2,72 ^a
D0T1	70,07±10,16 ^{abc}	11,40±4,81 ^{ab}
D0T2	84,33±32,26 ^{abc}	12,73±4,06 ^{ab}
D0T3	92,60±7,07 ^b	13,07±3,58 ^{ab}
D0T4	82,20±13,12 ^{abc}	20,40±6,36 ^b
D0T5	94,27±12,48 ^b	20,60±6,24 ^b
D1T0	46,60±12 ^a	8,60±1,25 ^a
D1T1	82,80±2,23 ^{abc}	12,13±2,61 ^{ab}
D1T2	90,60±24,08 ^b	16,27±4,77 ^{abc}
D1T3	86,13±14,52 ^{abc}	16,67±6,99 ^{abc}
D1T4	95,93±44,81 ^b	16,33±6,7 ^{abc}
D1T5	99,00±32,47 ^b	16,93±5,33 ^{abc}
D2T0	53,13±21,01 ^{ab}	13,07±3,93 ^{ab}
D2T1	89,00±15,09 ^b	17,20±3,62 ^{abc}
D2T2	93,47±15,64 ^b	23,20±5,01 ^{bc}
D2T3	90,73±9,06 ^b	22,73±8,96 ^{bc}
D2T4	96,20±8,99 ^b	19,33±3,49 ^b
D2T5	92,27±9,82 ^b	20,40±4,68 ^b
D3T0	41,87±22,31 ^a	9,27±1,45 ^a
D3T1	79,80±10,20 ^{abc}	11,47±0,81 ^{ab}
D3T2	96,07±19,18 ^b	12,53±2,66 ^{ab}
D3T3	98,47±12,50 ^b	19,67±3,18 ^b
D3T4	105,47±25,50 ^b	22,00±10,28 ^{bc}
D3T5	79,73±30,42 ^{abc}	20,47±6,15 ^b
D4T0	55,57±29,35 ^{ab}	11,40±3,22 ^{ab}
D4T1	93,67±22,06 ^b	15,67±0,83 ^{abc}
D4T2	94,93±25,00 ^b	21,00±8,10 ^{bc}
D4T3	123,73±32,30 ^c	20,13±4,39 ^b
D4T4	104,27±14,96 ^b	24,60±1,25 ^c
D4T5	106,67±13,5 ^b	19,40±1,83 ^b
D5T0	61,70±32,19 ^{ab}	12,73±1,81 ^{ab}
D5T1	96,87±33,73 ^b	14,53±2,60 ^{ab}
D5T2	100,67±28,71 ^b	19,60±2,4 ^b
D5T3	115,33±18,90 ^{bc}	18,00±9,01 ^b
D5T4	114,00±20,03 ^{bc}	20,73±2,66 ^b
D5T5	118,93±13,74 ^{bc}	16,67±3,11 ^{abc}
Moyennes	87,96±27,2	16,66±5,88
Probabilités	0,000132	0,000574
CV (%)	30,92	35,29

*Les chiffres dans une même colonne affectée de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % selon le Test de Fisher.

3.2 PARAMETRES DU RENDEMENT DE LA CELOSIE ET EFFICIENCE AGRONOMIQUE

3.2.1 RENDEMENT EN FEUILLES ET BIOMASSES FRAICHE ET SECHE DES PLANTES

Le tableau 6 présente l'effet des traitements sur le rendement en feuilles (Rdt en feuilles), la biomasse fraîche totale (BIFR T) et la biomasse sèche totale (BIFR T). L'analyse de variance a montré que les traitements ont eu un effet significatif sur ces variables. Les traitements D2T3 et D0T5 ont produits les plus importants rendements en feuilles respectivement 27,28±4,50 t/ha et 27,08±2,88 t/ha. Par contre, le traitement D4T0 a produit le plus faible rendement en feuilles (12,72±2,14 t/ha) avec une moyenne de 21,54±5,27 t/ha. En ce qui concerne la biomasse fraîche (BIFR T) et sèche (BIFR T), le traitement D4T5 a produit la plus importante biomasse fraîche totale (61,11±6,94

t/ha). Tandis que, les traitements D5T0 et D5T5 ont produits les plus faibles biomasses fraîches totales, respectivement, de 28,89±7,70 t/ha et de 29,33±24,48 t/ha. Les traitements D2T1 et D2T4 ont quant à eux produit les biomasses sèches totales les plus élevées respectivement de 14,44±5,85 t/ha et de 14,56±2,36 t/ha, alors que les plus faibles ont été obtenues par les traitements D3T0 et D4T0 respectivement 5,28±0,48 t/ha et 5,00±1,67 t/ha.

Les traitements D0T1 et D0T2 ont eu des valeurs d'efficience agronomique les plus élevées respectivement de 14,89±12,01 kg MS/kg et de 12,89±7,75 kg MS/kg. Par contre, le traitement D2T0 a obtenu la plus faible valeur d'efficience agronomique (-0,69±1,53 kg MS/kg).

Tableau 6. Rendement en feuilles, biomasse fraîche et sèche totale et efficience agronomique des traitements

Traitements	Rdt en feuilles (t/ha)	BIFRT (t/ha)	BISCT (t/ha)	EA (kg MS/kg)
D0T0	17,00±3,53 ^{ab}	24,44±6,94 ^{ab}	5,56±0,96 ^a	-
D0T1	20,72±4,10 ^{abc}	33,33±12,02 ^{abc}	6,11±1,92 ^a	14,89±12,01 ^c
D0T2	23,44±5,59 ^{b*}	33,33±15,28 ^{abc}	6,67±0,00 ^{ab}	12,89±7,75 ^c
D0T3	24,67±3,76 ^{bc}	28,89±10,18 ^{abc}	9,56±5,00 ^b	7,67±0,58 ^{bc}
D0T4	21,22±2,77 ^b	51,11±1,92 ^{bc}	10,00±5,77 ^b	3,38±4,82 ^b
D0T5	27,08±2,88 ^c	53,33±11,55 ^{bc}	9,44±3,47 ^b	6,72±0,43 ^{bc}
D1T0	16,64±4,34 ^{ab}	23,33±6,67 ^{ab}	5,22±1,06 ^a	-0,18±3,11 ^a
D1T1	24,33±1,26 ^{bc}	37,78±11,71 ^{abc}	9,44±1,92 ^b	3,26±1,09 ^b
D1T2	23,25±1,26 ^b	47,78±25,02 ^b	9,56±6,24 ^b	2,5±1,88 ^b
D1T3	20,61±4,95 ^{abc}	42,22±10,72 ^b	6,94±1,73 ^b	1,2±2,81 ^{abc}
D1T4	25,17±4,37 ^{bc}	42,22±23,65 ^b	6,78±3,08 ^{ab}	2,51±1,78 ^b
D1T5	25,94±5,26 ^{bc}	35,56±13,47 ^{abc}	7,78±2,55 ^{ab}	2,56±2,18 ^b
D2T0	14,22±4,33 ^a	23,33±8,82 ^{ab}	7,78±0,96 ^{ab}	-0,69±1,53 ^a
D2T1	17,78±4,76 ^{ab}	50,00±15,28 ^{bc}	14,44±5,85 ^c	0,18±1,48 ^{ab}
D2T2	26,5±3,76 ^{bc}	43,33±8,82 ^b	9,56±1,84 ^b	2,11±1,54 ^b
D2T3	27,28±4,50 ^c	55,56±9,62 ^{bc}	10,00±2,89 ^b	2,06±1,58 ^b
D2T4	26,67±5,48 ^{bc}	52,22±10,18 ^{bc}	14,56±2,36 ^c	1,84±1,66 ^{abc}
D2T5	26,03±6,57 ^{bc}	44,44±9,62 ^b	7,44±2,14 ^{ab}	1,64±1,80 ^{abc}
D3T0	15,03±2,72 ^{ab}	21,11±3,85 ^a	5,28±0,48 ^a	-0,33±0,88 ^a
D3T1	18,28±3,50 ^{abc}	33,33±0,00 ^{abc}	8,22±1,50 ^{abc}	0,2±1,080 ^{ab}
D3T2	20,87±2,89 ^{abc}	32,22±13,47 ^{abc}	9,44±4,19 ^b	0,6±0,97 ^{ab}
D3T3	25,03±2,22 ^{bc}	47,78±3,85 ^b	8,89±2,55 ^{abc}	1,15±0,76 ^{abc}
D3T4	23,03±4,81 ^b	50,00±20,28 ^b	9,17±3,00 ^b	0,83±1,03 ^{abc}
D3T5	20,14±2,08 ^{abc}	47,78±16,78 ^b	8,89±0,96 ^{abc}	0,42±0,74 ^{ab}
D4T0	12,72±2,14 ^a	24,44±8,39 ^{ab}	5,00±1,67 ^a	-0,53±0,68 ^a
D4T1	19,56±4,02 ^{abc}	38,89±10,18 ^{abc}	11,50±2,49 ^{bc}	0,53±0,93 ^{ab}
D4T2	20,31±5,47 ^{abc}	48,89±15,03 ^b	11,11±3,47 ^{bc}	0,44±0,84 ^{ab}
D4T3	20,75±4,56 ^{abc}	50,00±0,00 ^b	11,22±1,84 ^{bc}	0,42±0,83 ^{ab}
D4T4	25,56±0,79 ^{bc}	52,22±12,62 ^{bc}	12,78±4,81 ^{bc}	0,92±0,43 ^{abc}
D4T5	24,72±4,99 ^{bc}	61,11±6,94 ^c	13,06±1,73 ^c	0,81±0,76 ^{abc}
D5T0	13,08±3,22 ^a	28,89±7,70 ^{abc}	6,39±0,48 ^a	-0,39±0,66 ^a
D5T1	22,59±6,64 ^b	37,78±11,71 ^{abc}	7,61±4,00 ^{ab}	0,55±0,93 ^{abc}
D5T2	19,69±6,60 ^{abc}	48,89±1,92 ^b	8,33±1,67 ^{abc}	0,26±0,83 ^{ab}
D5T3	20,19±3,45 ^{abc}	46,67±13,33 ^b	8,44±1,50 ^{abc}	0,29±0,62 ^{ab}
D5T4	23,72±5,10 ^b	58,89±15,4 ^c	9,72±3,37 ^b	0,6±0,71 ^{ab}
D5T5	21,75±2,54 ^{abc}	29,33±24,48 ^{abc}	6,33±4,98 ^a	0,41±0,49 ^{ab}
Moyennes	21,54±5,27	41,12±15,10	8,84±3,50	13,53±1,99
Probabilités	0,000130	0,000520	0,006347	0,0000
CV (%)	24,47	36,72	39,59	14,71

*Les chiffres dans une même colonne affectée de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % selon le Test de Fisher.

3.2.2 EFFICIENCE DES DOSES DE COMPOST SUR LA PRODUCTIVITE DE LA CELOSIE

3.2.2.1 DOSE OPTIMALE DE COMPOST

La figure 5 montre l'évolution du rendement en feuilles de la célosie en fonction de la dose de compost apportée. Il en ressort que le rendement en feuilles baisse avec la dose de compost préalablement apportée sous forme de fumure de fond. Cependant, la dose du compost qui correspond au rendement optimal de la célosie (22,04 t/ha) a été celle du traitement D2 (4 t/ha).

3.2.2.2 MICRODOSE OPTIMALE D'URÉE

Les résultats présentés à la figure 6, montre l'évolution du rendement en feuilles de la célosie en fonction de la microdose d'urée. La réponse des apports s'observe par une augmentation progressive du rendement. Ainsi, la dose d'urée qui a permis d'obtenir une productivité optimale (24,38 t/ha) a été celle du traitement T3 (2 g d'urée/poquet).

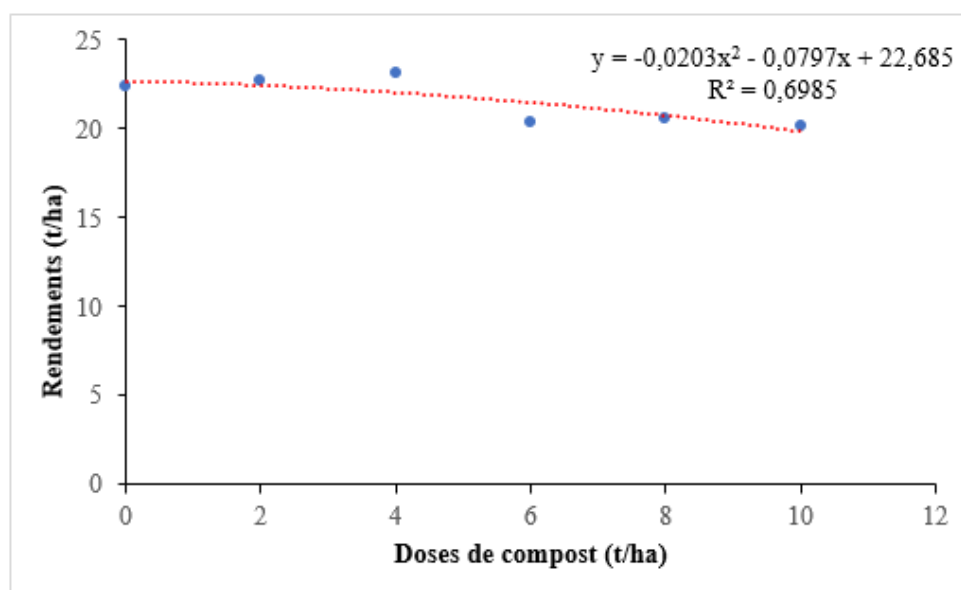


Fig. 5. Évolution du rendement en fonction de la dose de compost

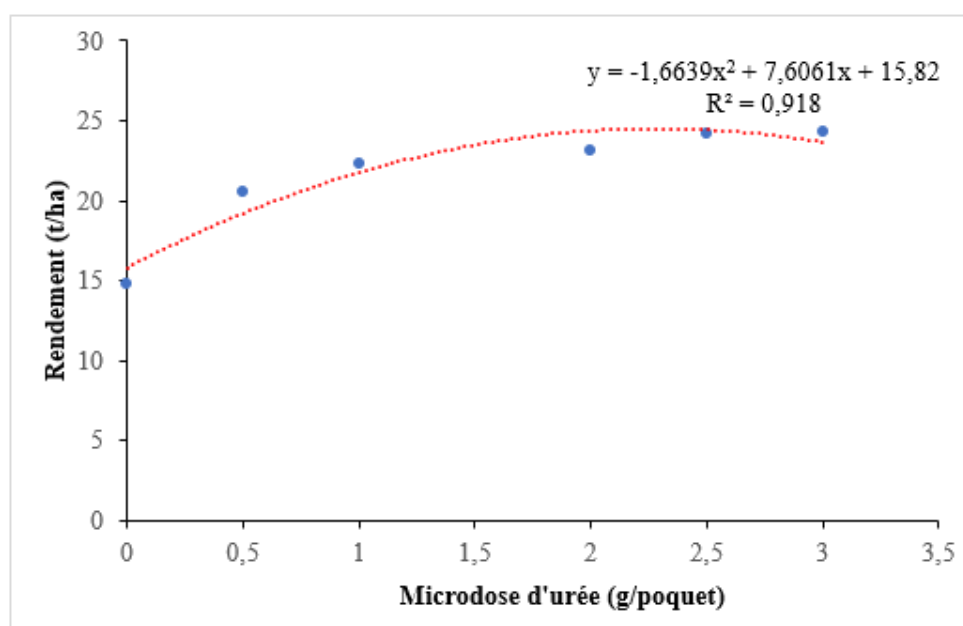


Fig. 6. Évolution du rendement en fonction de la microdose d'urée

4 DISCUSSION

4.1 PARAMÈTRES DE CROISSANCE

Les résultats obtenus ont montré une différence significative entre les traitements concernant le développement végétatif à 45 JAS et la surface foliaire totale. L’apport de l’urée à 30 JAS a permis de mettre à la disposition immédiate de la plante l’azote nécessaire pour un meilleur développement végétatif des plants. Les travaux de [20] ont également montré l’importance de la nutrition minérale des plantes dans les systèmes de culture. Ils ont montré qu’indépendamment des facteurs variétaux et climatiques, les éléments minéraux puisés par les plantes dans le sol induisent une meilleure croissance de celles-ci. Le traitement D4T5 a mieux contribué au développement végétatif. Alors que le traitement D4T3 a donné la surface foliaire totale la plus élevée. Cela voudrait dire que pour une même quantité de fumure de fond, l’augmentation de la dose de fumure minérale apportée par ajout ou en complément entraîne un très bon développement végétatif. En effet, l’azote contenu dans les nutriments joue un rôle important dans la photosynthèse. Il est un constituant de la chlorophylle indispensable à la photosynthèse et participe à la synthèse d’auxine, une phytohormone de croissance végétative essentielle au développement des plantes. Ces observations sont similaires à celles de [1]. Utilisant l’engrais minéral comme fumure de fond, cet auteur a montré que le nombre de feuilles, la surface foliaire et la croissance des plantes de célosie ont augmenté, de manière significative, avec des doses d’engrais atteignant 30 à 60 kg/ha.

4.2 PARAMÈTRES DU RENDEMENT ET EFFICIENCE AGRONOMIQUE

Les paramètres du rendement ont varié selon les différents traitements effectués. Ces résultats s’expliquent par la présence du phosphore, élément majeur essentiel, qui joue un rôle physiologique à plusieurs niveaux dont la formation du fruit et de la graine. Mais, des deux (2) fertilisants (compost et urée) appliqués, seul le compost en contient. Ce dernier n’aurait pas pu être mis à la disposition de la plante du fait de la faible minéralisation du compost. De ce fait, la plante aurait utilisé le phosphore présent dans le sol pour la formation de ses graines. Les résultats sont en phase avec ceux de [21], qui ont montré que les faibles productivités des traitements organiques sur les sols acides de montagnes du Burundi seraient dues à une faible libération d’éléments nutritifs par le compost faiblement minéralisé.

La biomasse fraîche et sèche, le nombre de feuilles et la masse racinaire, ont été, en général, fortement influencés par les traitements. En effet, le compost utilisé en fumure de fond est riche en éléments majeurs (azote, phosphore et potassium) alors que l’urée, qui a servi de fumure de couverture ou d’entretien, ne contient que l’élément azote. Ces deux fertilisants associés ont contribué à fournir les nutriments essentiels aux plantes. Mais, la contribution du compost a été faible, du fait de sa faible minéralisation, par rapport à l’urée qui a fourni de l’azote directement à la plante. Ces résultats se rapprochent de ceux de [22] sur l’effet de l’association du compost et de la fumure minérale sur la productivité d’un système de culture à base de cotonnier et de maïs au Burkina Faso. Ces auteurs ont montré, que les apports de compost associés aux engrais minéraux augmentent significativement les rendements. Les traitements D2T3 et D0T5 ont été les plus productifs. Cela pourrait s’expliquer par le fait que les éléments nutritifs contenus dans les fertilisants favoriseraient la croissance des plants de la célosie car plus les doses de fertilisants sont élevées, plus la croissance est forte.

L’efficacité agronomique a permis d’apprécier l’efficacité de chaque type d’engrais apporté par rapport au témoin. Les traitements, ayant donné une efficacité agronomique positive, ont plus contribué à augmenter le rendement des plantes. En effet, les efficacités agronomiques les plus élevées ont été obtenues par les traitements D0T1 et D0T2, avec l’urée uniquement. Les faibles microdoses d’urée ont donc permis d’obtenir une meilleure efficacité agronomique que les fortes qui traduiraient un excès nocif pour les plantes et un polluant du sol. Par contre, les traitements contenant uniquement le compost (D1T0, D2T0, D3T0, D4T0 et D5T0) ont obtenus les plus faibles efficacités agronomiques. Ce qui traduirait que ces traitements ont moins contribué à l’augmentation du rendement. Par conséquent, plus la dose de compost augmente, plus l’efficacité agronomique tend à diminuer. Ces résultats seraient dus à un taux de minéralisation faible du compost. Des résultats similaires ont été obtenus par [19] qui a étudié sur un ferralsol de Kinshasa l’effet des composts de déchets ménagers sur l’arachide, le soja et l’oseille. À l’exception des traitements contenant uniquement le compost ou l’urée, le traitement D1T1 qui a présenté les plus faibles doses d’urée et de compost associés s’est avéré beaucoup plus efficace que les autres doses combinées. Il semblerait que les faibles doses de compost et d’urée aient libéré les éléments nutritifs utiles à la plante, ce qui a permis un meilleur développement des plantes et une augmentation du rendement de la célosie. Ce résultat se justifierait par la libération rapide des éléments fertilisants au niveau du sol pour une meilleure assimilation par les plantes, tels que démontré par [23] dans une étude comparant la rentabilité économique des fertilisants inorganiques et organiques en culture de gombo et de chou. Les résultats obtenus sont, également, conformes à ceux de [24], qui proposent l’usage des petites quantités des composts en culture de légumes et de soja.

5 CONCLUSION

L’utilisation excessive des engrais chimiques par les paysans sur la célosie présente des répercussions sur l’environnement, et surtout, sur la qualité de la production; ce qui justifie cette étude dont l’objectif était d’améliorer la productivité de cette culture par une maîtrise de sa fertilisation.

Il est ressorti que le traitement D4T5 issu de l'association 8 t/ha de compost et 3 g d'urée/poquet a favorisé un meilleur développement végétatif à 45 JAS et le traitement D4T3 issu de l'association 8 t/ha de compost et 2 g d'urée/poquet, est celui qui, a présenté la surface foliaire totale la plus élevée. En outre, la dose optimale du compost a été obtenue par le traitement D2 et celle de l'urée par le traitement T3. S'agissant des paramètres du rendement, les combinaisons D2T3 (4 t/ha de compost + 2 g d'urée/poquet) et D0T5 (0 t/ha de compost + 3 g d'urée/poquet) ont été les plus productives sur la culture de la célosie. D'une manière générale, il est ressorti que D2T3 est la meilleure, combinaison de compost et d'urée, qui favoriserait un rendement optimal de la célosie.

Le traitement D2T3 (4 t/ha compost + 2 g d'urée/poquet), pourraient être recommandées pour la culture de la célosie. Toutefois, une étude approfondie avec utilisation des méthodes isotopiques, engrais marqué à 15N, pour déterminer le coefficient réel d'utilisation de l'azote serait envisageable.

REMERCIEMENTS

Toute notre reconnaissance à l'endroit des autorités du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), singulièrement celles de la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières du CNRA de Bouaké pour avoir mis à notre disposition des parcelles, le matériel et la main d'œuvre pour la mise en place de l'expérimentation.

REFERENCES

- [1] Ojo D. O., 2008. Growth and Yield of *Celosia argentea* in Response to a Balanced NPK Fertilizer, *Journal of Vegetable Crop Production*, 4 (1), pp. 77-83.
- [2] Remi K., Ludovic T., Pierre B. et Hubert D. B., 2005. Les légumes feuilles des pays tropicaux: diversité, richesse économique et valeur sante dans un contexte très fragile. Colloque Angers, Montpellier, France, CIRAD, 9 p.
- [3] Law-Ogbomo K. E. et Ekunwe P. A., 2010. Growth and herbage yield of *Celosia argentea* as influenced by plant density and NPK fertilization in degraded ultisol. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 (1), pp. 251-260.
- [4] Akinyemi S. O. S. et Tijani-Eniola H., 1997. Effects of cassava density on productivity of plantain and cassava intercropping system. *Fruits* 50, pp. 17-23.
- [5] Agbo A. E., Kouame C., Mahyao A., N'Zi J-C. et Fondio L., 2009. Nutrition importance of Indigenous Leafy Vegetable of Côte d'Ivoire. *Acta Horticulturae* 806, pp. 361-366.
- [6] Fondio L., N'Gbesso M. F. D-P., Agbo A. E., Adolphe M., N'Zi J-C., Kouame C. et Djidji A. H., 2013. Quelles contributions des légumes feuilles traditionnels à la sécurité alimentaire et à l'allègement de la pauvreté des populations urbaines en Côte d'Ivoire. Conférence AGRAR, 13 p.
- [7] Sangekar S. N., Tarbej J. S. et Devarkar V. D., 2018. Phytochemical and Taxonomical Studies of *Celosia argentea* L. (*AMARANTHACEAE*). *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 4 (5), pp. 481-486.
- [8] FAO., 2004. Food and Agriculture Organisation statistical database. FAOSTAT website, <http://faostat.fao>.
- [9] Boa B. B. Y., Ama-ABINA T. J., Lekadou T. T., Kouassi Y. F., N'Cho O. C., 2022. Performances agromorphologiques de fumures organiques sur deux variétés de tomate sur sols sableux du littoral ivoirien. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 33 (1), pp. 136-149.
- [10] Ama-Abina T. J., Boa B. B. Y., Kouassi Y. F., Lekadou T. T., Djaha K. E., 2022. Caractéristiques physico-chimiques de composts à base de résidus végétaux et de déjections animales et leurs effets sur des paramètres de croissance et de rendement de la tomate sur sols sableux. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 62 (2), pp. 61-75.
- [11] World G., 2013. Côte d'Ivoire: divisions administratives (population et superficie) disponible auprès <http://www.gazetteer.de/wg.php?x=&men=gadm&lng=fr&des=wg&geo=50&srt=npan&col=abcdefghijklmno&msz=1500>. Consulté le 02/10/2019.
- [12] RGPH., 2014. Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2014. Secrétariat technique permanent du comité technique du RGPH, 22 p.
- [13] Boa B. B. Y., 2016. Effet de trois substrats à base de sous-produits locaux sur deux variétés de tomate en culture hydroponique au centre de la Côte d'Ivoire. Mémoire de Master. Université NANGUI ABROGOUA, Abidjan (Côte d'Ivoire), 59 p.
- [14] Brou Y. T., Akindès F. et Bigot S., 2005. La variabilité climatique en Côte d'Ivoire: entre perceptions sociales et réponses agricoles. *Cahier Agriculture*, 14 (6), pp. 533-540.
- [15] Yoro G. R., 2000. Les principaux sols de côte d'ivoire et leur corrélation avec les groupes de références de la Base Mondial des données de sols (WRB), 19 p.
- [16] Koné B., Diatta S., Saïdou A., Akintayo I. et Cisse B., 2009. Réponses des variétés interspécifiques du riz de plateau aux applications de phosphore en zone de forêt au Nigeria. *Canadian Journal of Soil Science*, 89 (5), pp. 555-565.
- [17] Diatta S., Bertrand R., Herbillon A. J. et Sahrawat K. L., 1998. Genèse des sols d'une séquence sur granito-gneiss en région du centre de la Côte d'Ivoire. In Actes du 16^{ème} Congrès Mondial de Science du Sol/ Proceedings of the 16th World Congress of Soil science, 20-26 Août/August 1998, CD-ROM Symposium / Workshop 15. Code 124. Montpellier, France, CIRAD, 8 p.
- [18] Cornelissen F. W., Peters E. M. et Palmer J., 2002. The EYELINK Toolbox: eye tracking with MATLAB and the psychophysics Toolbox. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 34 (4), pp. 613-617.

- [19] Mulaji K. C., 2011. Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, Gembloux Agro bio tech, 220 p.
- [20] Pandey V. et Chandra K., 2016. Agriculturally important microorganisms as biofertilizers: commercialization and regulatory requirements in Asia. In agriculturally important microorganisms. Springer, Singapour, pp. 133-145.
- [21] Rishirumuhirwa T. et Roose E., 1998. Productivité de biomasse et gestion durable des exportations dans le cas des plateaux à forte population du Burundi. Bulletin-Erosion (France), (18).
Lien: http://horizon.documentation.ird.fr/exloc/pleins_textes_7/bre/010017979.pdf.
- [22] Koulibaly B., Dakuo D., Ouattara A., Traore O., Lompo F., Zombre P. N. et Yao-Kouame A., 2015. Effets de l'association du compost et de la fumure minérale sur la productivité d'un système de culture à base de cotonnier et de maïs au Burkina Faso TROPICULTURA, 2015, 33 (2), pp. 125-134.
- [23] Bhardwaj M. L., Raj H. et Koul B. L., 2000. Yield response and economics of Organics sources and inorganic source in tomato (*Lycopersicon esculentum*), okra (*Hibiscus esculentus*), cabbage (*Brassica oleraceae* var B. Oleracea var botytis). Indian Journal of Agricultural Science 70 (10), pp. 653-656.
- [24] Yamika W. S. D. et Ikawati K. R., 2012. Combination inorganic and organic fertilizer increased yield production of soybean In Rain-Field Malang, Indonesia. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 6 (1), pp. 14-17.