



# Réponse de la citronnelle (*Cymbopogon citratus* L.) à la fertilisation organique et minérale dans les conditions édapho-climatiques de Kinshasa

Kamana Ishimwe Huguette<sup>1</sup>, Mvila Binda Didier<sup>1</sup> & Tony M. Muliele<sup>1,2</sup>

1 Université Pédagogique Nationale (UPN), Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, Département de Phytotechnie. B.P. 8815 Kinshasa Ngaliema, RD Congo.

2 Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA). B.P. 2037, Kinshasa I, RD Congo.

\*Corresponding author: [tonymuliele@yahoo.fr](mailto:tonymuliele@yahoo.fr) , (+243) 81 47 42 856

Submitted 04/07/2025, Published online on 31/08/2025 in the <https://www.m.elewa.org/Journals/journal-of-applied-biosciences> <https://doi.org/10.35759/JABs.211.3>

## RESUME

**Objectif :** La citronnelle (*Cymbopogon citratus* L.) est une plante à tisane importante à Kinshasa. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet de quatre (4) traitements dont le témoin sans engrais ou control (T0), la fiente des poules (20 t/ha) (T1), la biomasse de *Tithonia diversifolia* (12 t/ha) (T2) et le NPK (17-17-17, 0,24 t/ha) (T3) sur le rendement en biomasse foliaire de la citronnelle.

**Méthodes et résultats :** Le dispositif expérimental était le dispositif en blocs complets randomisés à quatre traitements et trois répétitions. Les mesures étaient faites en saison sèche et en saison des pluies. Les traitements et la saison culturelle ont affecté de manière significative le rendement en biomasse de la citronnelle. Aux 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> récoltes, le traitement témoin (T0) a donné des moyennes de rendement en biomasse plus faibles et significativement inférieures au rendement minimum des autres traitements (4,677 t/ha) contre 5,217 t/ha à 14,140 t/ha) au deuxième mois en saison des pluies -SP2 et 2,053 t/ha contre 4,445 t/ha à 12,480 t/ha au troisième mois en saison des pluies -SP3. Tous traitements confondus, le rendement obtenu en saison sèche était considérablement faible (0,87 t/ha contre 6,65 t/ha en saison pluvieuse) indiquant que la culture de la citronnelle est sensible au stress hydrique.

**Conclusion et application des résultats :** Sur base de ces résultats, on peut conclure que l'application de la fiente des poules accroît le rendement en biomasse de la citronnelle sur le sol sableux de Kinshasa. Toutefois, à défaut de fiente des poules, les producteurs de la citronnelle peuvent utiliser la biomasse de *Tithonia diversifolia* ou le NPK 17-17-17 pour accroître le rendement de la citronnelle.

**Mots-clés :** Fiente des poules, *Tithonia diversifolia*, sol sableux, biomasse foliaire, citronnelle, fertilité du sol.

## ABSTRACT

**Objective:** Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) is an important herbs tea plant in Kinshasa (DRC). This study aimed at assessing the effect of four (4) treatments: the control without fertilizer or (T0); chickens manure (20 t/ha) (T1); biomass of *Tithonia diversifolia* (12 t/ha) (T2) and mineral fertilizer (NPK 17-17-17) 0.24 t/ha) (T3) on the foliar biomass of lemongrass.

**Methodology and results:** The experimental layout was the randomized complete block design with four treatments and three repetitions. Measures were done in the dry season and rain season. Treatments and crop cultivation season significantly affected the yield of lemongrass (foliar biomass in  $t.ha^{-1}$ ). The control treatment (T0) yielded lower, and significantly inferior compared with other treatments in the 4<sup>th</sup> ( $4.677 t.ha^{-1}$  vs  $5.2167$  to  $14,140 t.ha^{-1}$ ) and 5<sup>th</sup> harvest ( $2,053 t.ha^{-1}$  vs  $4.445$  to  $12.480 t.ha^{-1}$ ). Regardless of treatments, lemongrass's yield in dry season was considerably low ( $0.87 t.ha^{-1}$  compared to the yield recorded in the rainy season  $6.65 t.ha^{-1}$ ) indicating that lemongrass is sensitive to water stress.

**Conclusion and application of results:** Based on these results of this study, it can be concluded that the application of chickens' manure increases the biomass and lemongrass yield on the sandy soil of Kinshasa. However, in the absence of chickens' manure, farmers interested to lemongrass production can use biomass of *Tithonia diversifolia* or mineral fertilizer (NPK 17-17-17) in order to improve lemongrass' yield.

**Keywords:** Chicken manure, *Tithonia diversifolia* grass, sandy soil, lemongrass, soil fertility.

## INTRODUCTION

La citronnelle (*Cymbopogon citratus* L.) est une plante pérenne de la famille des *Poaceae* cultivée en zone tropicale et subtropicale, notamment en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie (Shah *et al.*, 2011 ; Bossou *et al.*, 2013). Les huiles essentielles de la citronnelle ont des usages alimentaires et médicinales, la citronnelle est utilisée également en aromathérapie (Ekpenyong *et al.*, 2015) et dans l'industrie des parfums (Mialoundama *et al.*, 2021 ; Razafimahay, 2011). Les industries cosmétiques, les savonneries et les parfumeries constituent les plus gros consommateurs d'huiles essentielles (Muyima *et al.*, 2002). Dans l'industrie alimentaire, les huiles essentielles sont utilisées pour améliorer le goût des aliments et la conservation des aliments à cause de leurs effets antimicrobiens et antioxydants (Shan *et al.*, 2005 ; Burt, 2004). Elles possèdent également des effets insecticides et répulsives pour l'usage agricole (Ndomo *et al.*, 2009 ; Pavela & Benelli, 2016). A Kinshasa et ses environs, la citronnelle ne fait pas encore objet de grandes plantations. On y trouve cependant quelques à des dizaines de

pieds (souches) de citronnelle dans des ménages (Radio Okapi, 2010). Sur des marchés de Kinshasa, les plantes à tisane/décoction (citronnelle, « bulukutu »- (*Lippia multiflora*), menthe, « Lumba lumba », feuilles d'*Eucalyptus globulus*, *Aloe vera*, « mbunzi mbunzi », « l'arbre à bonheur ») sont de plus en plus vendues. L'importance de ces plantes à tisane s'est accrue depuis la crise sanitaire à COVID 19. En effet, la consommation fréquente des tisanes améliore le système immunitaire pour lutter contre les maladies virales (Radio Okapi, 2020 ; Faivre *et al.*, 2024). Pour la citronnelle en particulier, elle est actuellement conditionnée localement et vendue en rayons dans les grands commerces de Kinshasa et des autres villes du pays. Pour desservir régulièrement les consommateurs en tisane de citronnelle, il faudra garantir la production permanente de la biomasse de citronnelle qui constitue la matière première. Pour ce faire, il s'avère nécessaire de passer de quelques souches qui poussent naturellement dans des ménages à des plantations de citronnelle. Ainsi, sans la

perspective de la mise en place des plantations de citronnelle, il est important entre autres de : (i) de faire le criblage des accessions adaptées aux conditions du milieu de culture, (ii) d'identifier des accessions riches en huiles essentielles, (iii) d'évaluer l'effet des fertilisants sur la production en biomasse, (iv) de définir la corrélation entre l'âge de la plantation et la teneur en huiles essentielles. Jusqu'à nos jours, les études réalisées sur la citronnelle concernent essentiellement sa composition biochimique et l'analyse économique de l'utilisation des huiles essentielles, en particulier dans le domaine de la protection des végétaux, cosmétique, parfumerie et thérapeutique (Ouamba, 1991 ; Demarne & Blanchard, 1996 ; Razafimahay, 2011 ; Silou *et al.*, 2004 ; Ngakegni-Limbili, 2012 ; Silou *et al.*, 2017 ; Ndomo *et al.*, 2009 ; Bessah & Benyoussef, 2015; Ralambondrainy, 2017 ; Raharinirina & Baomiavotse, 2009). Cependant, en ce qui concerne la fertilisation, il existe très peu de connaissances sur l'effet de différents fertilisants sur la production en biomasse de la citronnelle en Afrique en général et en RDC (Kinshasa) en particulier. Tout bien considéré, la maîtrise de la conduite de la culture de citronnelle permettra de mettre en place des plantations et d'accroître son rendement en biomasse afin de développer la chaîne de valeurs autour de la citronnelle. La promotion et la valorisation de la filière citronnelle semble donc représenter une réelle opportunité susceptible de créer des débouchées et des marchés pour son produit utile (biomasse foliaire) et ses dérivées (huiles essentielles) qui suscitent de plus en plus d'intérêt aux différents secteurs économiques (agro-alimentaire, médical, savonnerie, parfumerie et cosmétique) (Muyima *et al.*, 2002; Mialoundama *et al.*, 2021). Elles (promotion et la valorisation de la filière citronnelle) peuvent cependant se heurter également à plusieurs contraintes que rencontrent généralement les agriculteurs et producteurs de la ville province de Kinshasa.

Comme bien entendu, d'une manière générale, les sols de Kinshasa sont essentiellement sablonneux (contenant jusqu'environ 85% de sable), ont une structure particulière et un pH acide (5 en moyenne). Cela leur confère une faible capacité de rétention d'eau et d'éléments nutritifs pour la nutrition des plantes, les rendant ainsi très marginaux pour les activités agricoles (ACF, 2009 ; Mulaji, 2011 ; Lele, 2016 ; Lele *et al.*, 2016 ; Muliele *et al.*, 2017). Bien plus, les sols de Kinshasa sont soumis à une forte minéralisation de leur matière organique et un lessivage accru des éléments minéraux causés par les pluies intenses et les fortes températures accusant ainsi un déficit énorme en colloïdes, ce qui présage un niveau de fertilité chimique très faible et une faible structuration du sol (ACF, 2009). Toutefois, plusieurs études menées à Kinshasa pour évaluer le potentiel fertilisant des engrains minéraux, des matières organiques (fiente, biomasse des plantes, biochar, compost, fumier de ferme.) ainsi que leurs combinaisons en cultures maraîchères ou vivrières (ACF, 2009 ; PADAP, 2008 ; Lele, 2016 ; Mulaji, 2011 ; Lele *et al.*, 2016 ; Lele *et al.*, 2016a ; Lele *et al.*, 2016b) ont démontré que leurs apports améliorent et conservent la fertilité du sol (Mulaji, 2011; Lele *et al.*, 2016a ; Lele *et al.*, 2016b) et accroissent le rendement des cultures. D'où la nécessité d'en évaluer les effets sur la culture de la citronnelle. Trois fertilisants (notamment le NPK 17-17-17, la biomasse de *Tithonia diversifolia* et la fiente des poules) ont été utilisés pour vérifier l'hypothèse suivante : l'apport des fertilisants (NPK 17-17-17, biomasse de *Tithonia diversifolia* et la fiente des poules) augmenterait le rendement en biomasse de *C. citratus* dans les conditions agro-écologiques de Kinshasa. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet des fertilisants (NPK 17-17-17, biomasse de *Tithonia diversifolia* et la fiente des poules) sur le rendement en biomasse de la citronnelle à Kinshasa.

## MATERIEL ET METHODES

**Milieu d'étude:** L'expérience a été conduite à Kinshasa dans la commune de Ngaliema, au jardin expérimental de la Faculté des Sciences agronomiques et Environnement de l'Université Pédagogique Nationale ( $4^{\circ}21'42''$  de latitude Sud,  $15^{\circ}13'16''$  de longitude Est et à 517 m d'altitude). Le sol du site expérimental a une texture essentiellement sableuse (95% des particules minérales du sol), acide ( $\text{pH} = 5,1$ ), avec une structure particulière, une faible capacité de rétention en eau, pauvre en matière organique et en éléments minéraux notamment : l'azote (0,10%), le phosphore (10,06 ppm), le potassium (0,07 cmol(+)/kg de sol), le calcium (0,69 cmol(+)/kg de sol et le magnésium (0,12 mol(+)/kg de sol (Muliele et Nsamba, 2025). Le précédent cultural était composé d'espèces suivantes : *Phylanthus niruroides* Muell. Arg., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Anthephora cristata* (Döll) Hack. Ex De Wild. & T. Durand, *Assystasia gangetica* (L.) T. Anderson. *Digitaria debilis* (Desf.) Willd., *Panicum mueense* L., *Cenchrus bifloris* Roxb., *Eragrostis ciliaris* (Linn.) R.Br., *Oldenlandia affinis* (Roen.) DC., *Fimbristylis cioniana* Savi. et *Sporobolus centrifugus* (Trin.). Le site

expérimental, tout comme l'ensemble de la région de Kinshasa, est caractérisé par un climat du type Aw4 (climat tropicale humide) selon la classification de Köppen (Masiala, 2021 ; Nsimba *et al.*, 2019). Deux pics de précipitations sont observés, en novembre et en avril. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 500 mm (Nsimba *et al.*, 2019). La distribution annuelle des pluies est bimodale (saison A et saison B). La température moyenne annuelle est inférieure ou égale à  $25^{\circ}\text{C}$ , le mois de mars est le plus chaud avec  $24,7^{\circ}\text{C}$  tandis que celui de juillet est le plus frais avec  $22,1^{\circ}\text{C}$ . La moyenne annuelle de l'humidité relative est de 79%. La moyenne maximale observée est de 84% enregistrée en novembre et en mai, et la moyenne minimale est de 71% observée en septembre (Lele, 2016). Les conditions climatiques observées durant la phase expérimentale sont illustrées à la figure 1. Cette figure montre que les conditions climatiques observées (précipitations-cumulées 1754,21 mm, température 19,8 à  $27,6^{\circ}\text{C}$  et humidité relative de 80,3%) durant la phase expérimentale sont propices à la culture de la citronnelle.

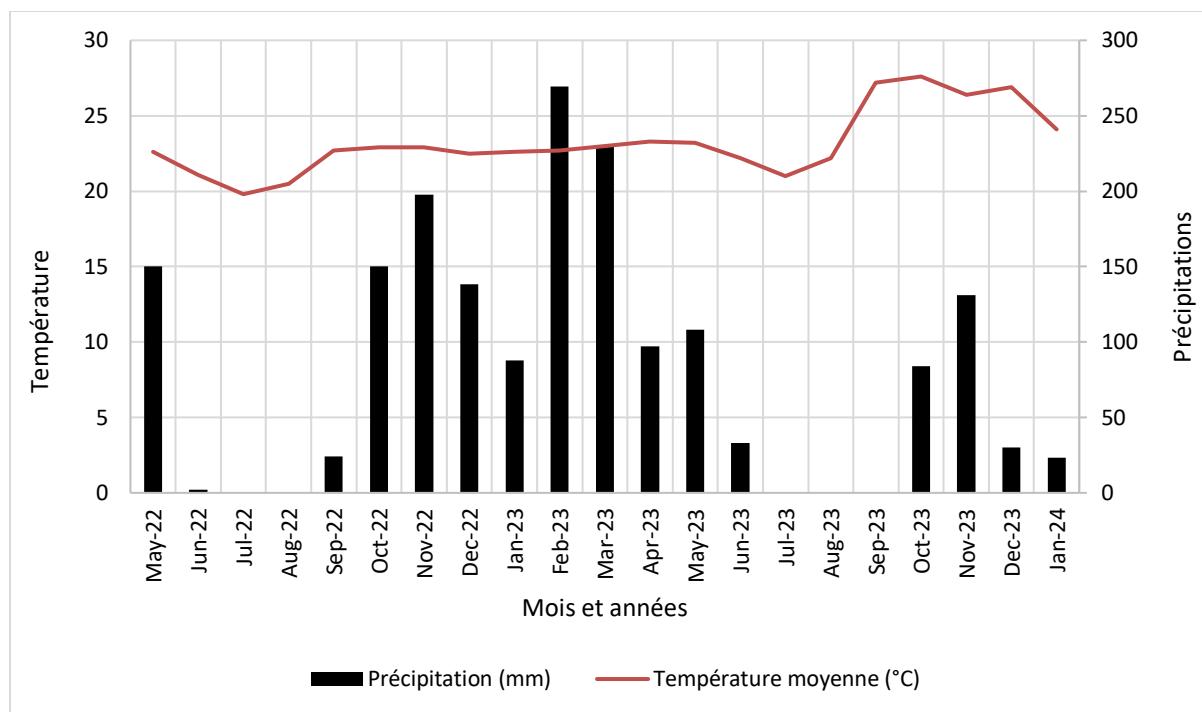


Figure 1 : Conditions climatiques observées durant la phase expérimentale.

## MATERIEL

**Matériel biologique :** Les éclats de souche de citronnelle d'une trentaine de centimètre de hauteur ont été utilisés comme matériel de propagation. Il s'agit d'une variété exotique (serait d'origine chinoise), non homologuée, caractérisée par une croissance rapide, de longues feuilles, des plants capables atteindre 1,5 m de hauteur et qui montent en fleur en saison sèche.

**Fertilisants :** L'engrais minéral utilisé est le NPK 17-17-17. Il a été choisi en raison de sa composition (engrais ternaire) et de sa disponibilité. En effet, le NPK 17-17-17 est l'un des engrains les plus utilisés par les cultivateurs en RDC (Nsimba *et al.*, 2019). *Tithonia diversifolia* est un arbuste pérenne originaire du Mexique. Il est utilisé comme fourrage, engrais vert et haie pour lutter contre les insectes. Les éléments nutritifs sont concentrés dans les feuilles vertes et les tiges tendres (Tim Mothis, 2016). Le choix est porté sur la biomasse de *Tithonia diversifolia* est lié à sa disponibilité, car c'est une espèce rudérale invasive qui produit de grandes quantités des feuilles facilement décomposables et riches en

éléments nutritifs (Jama *et al.*, 2000 ; Lele *et al.*, 2016). Elle pousse spontanément aux alentours des maisons et des routes (Lele *et al.*, 2016). De plus, Muliele et Nsamba (2025) ont rapporté que la biomasse de *Tithonia diversifolia* seule ou combinée à l'engrais minéral, améliore la croissance et le rendement des cultures maraîchères dans le sableux de Kinshasa. La fiente des poules est très riche en éléments majeurs dont l'azote, le phosphore et le potassium. En effet, Lekefak (2015) a rapporté qu'en moyenne 60 à 70% d'azote, 80% à 85% de phosphore et 95% de potassium ingérés se retrouvent dans la fiente. Elle a été choisie parce que les déjections de volailles se décomposent très vite dans le sol, leur emploi s'apparente à celui d'un engrais minéral.

## METHODES

**Conduite de l'essai:** Les travaux de préparation du terrain ont porté sur le défrichement, le labour, la mise en place du dispositif expérimental, la confection des poquets et la fertilisation. Le défrichement a consisté à éliminer la végétation et les friches (arbustes à l'aide d'une houe et d'une

machette). Le labour était manuel, à l'aide d'une houe (lame de 20cm de long) et a été suivi du nivellement du sol à l'aide du râteau. L'essai a été conduit dans un dispositif en blocs complets randomisés (RCB) avec quatre traitements et trois répétitions : le témoin sans engrais ou control (T0) ; la fiente des poules ou T1 ; la biomasse de *Tithonia diversifolia* ou T2 et l'engrais minéral NPK (17-17-17) ou T3. Le champ expérimental comptait 12 parcelles de 4 m<sup>2</sup> chacune soit 2 m x 2 m. La distance entre les blocs était de 1 m et la distance entre les parcelles dans un bloc était de 0,5 m. Les poquets de plantation (30 cm x 30 cm x 30 cm) ont été ouverts à l'aide de la bêche. Avant la plantation, la fumure de fond à base de fiente de poules a été appliquée, à raison de 500 g par poquet, soit 20 t/ha. Les sols de Kinshasa étant très pauvres en éléments minéraux, l'engrais de fond était appliqué pour apporter un coup de poussée à la culture pendant sa transplantation pour une bonne reprise. Les souches de citronnelle ont été plantées aux écartements de 0,5 m x 0,5 m, soit une densité de plantation de l'ordre de 40 000 plants/ha. Les pratiques culturales appliquées au cours de l'essai ont concerné : (a) l'application de l'engrais de couverture : l'apport des fertilisants (T1, T2, et T3) a été fractionné en deux doses. La première dose a été appliquée 4 mois après la plantation de la citronnelle (en saison sèche) et la deuxième dose, 4 mois après la première dose (au début de la saison pluvieuse). La fiente des poules était apportée à la dose de 20 t/ha de MS pendant la saison sèche et la même dose a été apportée au début de la saison pluvieuse. La biomasse de *Tithonia* et l'engrais minéral NPK (17-17-17), 12 t/ha de MS et 0,24 t/ha étaient respectivement apportés pour les deux saisons (sèche et pluvieuse) ; (b) le regarnissage des vides : les souches fanées ont été remplacées par de nouvelles souches pour combler des vides ; (c) le sarclo-buttagge : trois sarclages manuels, suivis d'un léger buttagge, ont été effectués périodiquement pour éradiquer les adventices ; (d) l'arrosage : durant la saison

sèche, des arrosages périodiques (20 l d'eau par parcelle) étaient apportés pour assurer la nutrition hydrique de la citronnelle ; (e) la coupe de régulation : une coupe de régulation était réalisée au début de chaque saison (sèche et pluvieuse) à 25 cm au-dessus du sol afin de réguler la croissance des plants.

**Récolte et collecte des données :** La récolte de la biomasse fraîche de la citronnelle était périodique. Au total cinq (5) récoltes étaient faites, la première a eu lieu quatre (4) mois après la plantation, les autres récoltes étaient à intervalle de 30 jours (1 mois). La biomasse de la citronnelle a été pesée à l'aide d'une balance (SF-400 de capacité de 1 000 g x 1 g/353 ozX0.oz). Les observations ont concerné essentiellement la biomasse fraîche. Pour chaque parcelle élémentaire, les données ont été collectées sur quatre (4) de neuf plants du « net plot ». Le rendement de la citronnelle (t/ha) a été extrapolé à partir de la biomasse de ces 4 plants soumis aux observations.

**Analyse statistique des données :** Pour chaque date d'observation, les données collectées ont été traitées et encodées sur une feuille Excel puis soumises à l'analyse statistique. La moyenne arithmétique a été calculée pour chaque campagne séparément puis pour l'ensemble des campagnes culturales. L'Analyse de la variance (ANOVA) a permis d'évaluer, au seuil 5% de probabilité, l'effet des traitements appliqués sur le rendement de la citronnelle. Avant l'analyse, les hypothèses d'ANOVA (notamment la distribution normale des données et l'homogénéité des variances) ont été vérifiées. Le test de Shapiro Wilk de normalité de données a été appliqué. Les moyennes des traitements significativement différentes ont été séparées au moyen du test de Tukey HSD. Le test non paramétrique (test de Kruskal Wallis) a été utilisé pour analyser les données qui ne suivaient pas la distribution normale. Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel Statistix 8.0.

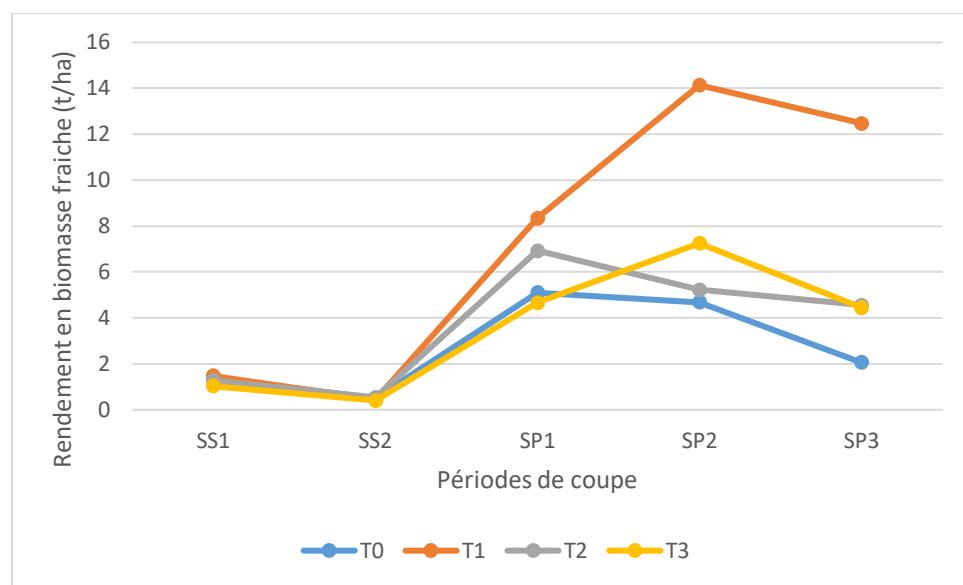
## RESULTATS

### Effet des traitements sur le rendement en biomasse fraîche de la citronnelle

#### Rendement en biomasse fraîche :

L'évolution du rendement en biomasse fraîche de la citronnelle en fonction des traitements et périodes de coupe (récolte) est illustrée à la figure 2. Cette dernière démontre, de façon générale et pour toutes les périodes de coupe, une augmentation de rendement en biomasse fraîche de la citronnelle sur les parcelles traitées avec la fiente des poules. Toutefois, aucune différence significative ( $P = >0,05$ ) n'a

été observée entre tous les traitements pendant les trois premières coupes (SS1, SS2 et SP1). Par ailleurs, des différences significatives ( $P < 0,05$ ) ont été notées pour les deux dernières récoltes intervenues en saison pluvieuse. En effet, T0 (Témoin sans engrais) ou Control est caractérisé par des moyennes de biomasse fraîche plus faibles et inférieures à la moyenne minimale des autres traitements (4,677 t/ha au SP2 et 2,053 t/ha au SP3 contre 5,217 t/ha à 14,140 t/ha) (Figure 2).

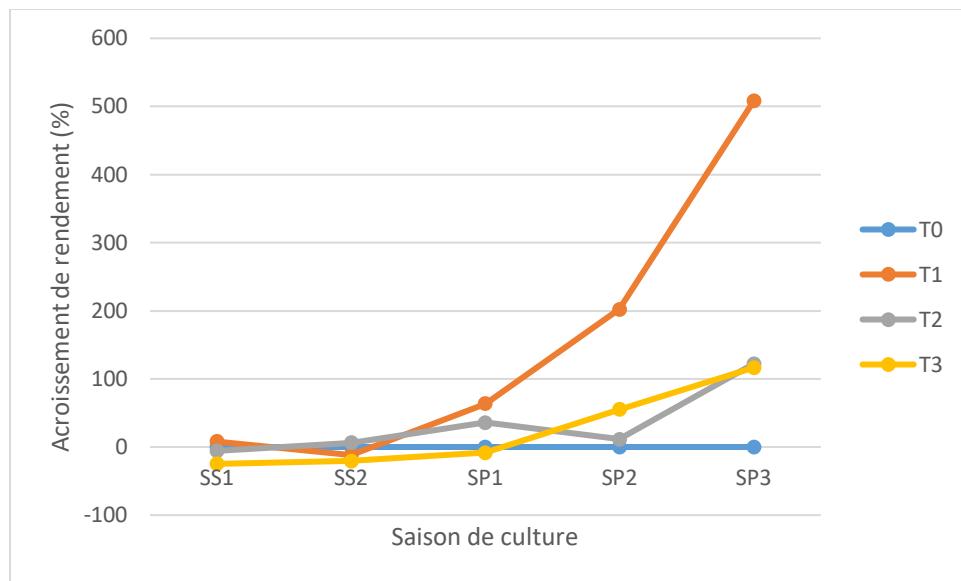


**Figure 2 :** Evolution du rendement en biomasse fraîche de la citronnelle en fonction des traitements et les différentes périodes de coupe. Valeurs = moyennes (n=3).

**Légende :** T0 : Témoin ou control ; T1 : Fiente des poules ; T2 : Biomasse de *Tithonia* (12 t/ha) ; T3 : NPK 17-17-17 (0.24 t/ha) ; SS1 : Saison sèche 1<sup>ère</sup> coupe ; SS2 : Saison sèche 2<sup>e</sup> coupe ; SP 1-3 : Saison pluvieuse 1<sup>ère</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> coupe.

**Accroissement de rendement en biomasse fraîche des traitements alternatifs par rapport au Témoin ou Control (T0) :** L'évolution de l'accroissement de rendement en biomasse fraîche de la citronnelle des

traitements alternatifs (Figure 3) par rapport au Témoin ou Control (T0) présente une tendance similaire à celle observée pour le rendement en biomasse fraîche (Figure 2).



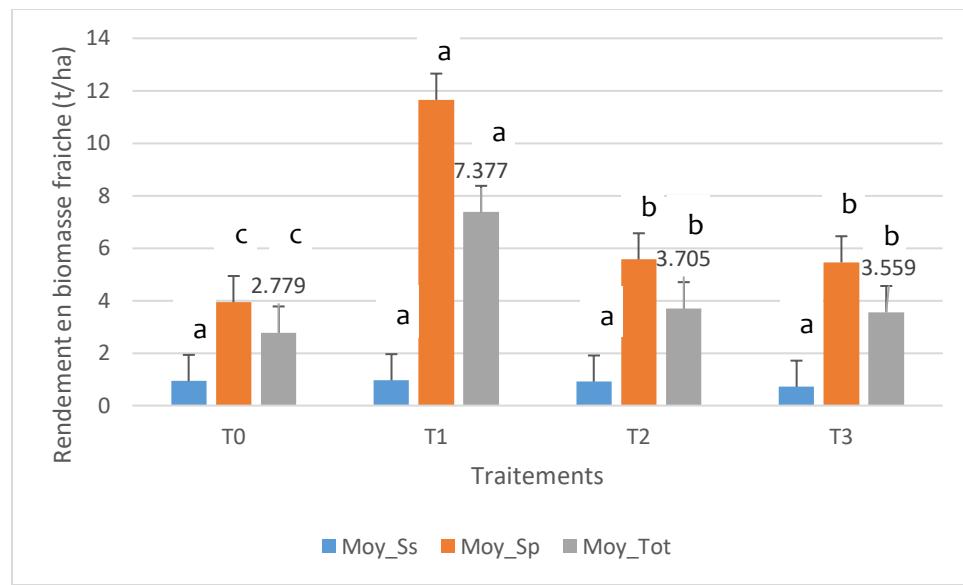
**Figure 3 :** Evolution de l'accroissement de rendement en biomasse fraîche des traitements alternatifs par rapport au Témoin ou Control (T0). Valeurs = moyennes (n=3).

**Légende :** T0 : Témoin ou control ; T1 : Fiente des poules ; T2 : Biomasse de *Tithonia* (12 t/ha) ; T3 : NPK 17-17-17 (0.24 t/ha) ; SS1 : Saison sèche 1<sup>ère</sup> coupe ; SS2 : Saison sèche 2<sup>e</sup> coupe ; SP 1-3 : Saison pluvieuse 1<sup>ère</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> coupe.

Les accroissements de rendement en biomasse de la citronnelle varient entre 6,11% et 507,89%. Les valeurs d'accroissement les plus faibles sont cependant observées sur les parcelles traitées avec l'engrais minéral NPK (17-17-17) caractérisé par une moyenne inférieure au Témoin à la première coupe en saison des pluies (Figure 3).

**Effet des traitements sur le rendement en biomasse fraîche de la citronnelle en fonction des saisons climatiques :** En saison sèche, le rendement moyen en biomasse fraîche de la citronnelle sous Témoin (T0) est relativement inférieur à celui de la saison pluvieuse et de la moyenne globale, toutes

saisons climatiques confondues (Figure 4). Par contre, on observe une nette tendance à l'augmentation du rendement (au moins deux fois plus que le Témoin) en biomasse fraîche de la citronnelle en saison pluvieuse pour les traitements alternatifs (T1, T2 et T3) (Figure 4). L'analyse de la variance a montré des différences significatives ( $0,0102 < P < 0,0191$ ) entre les traitements pour des mesures faites en saison des pluies et le rendement global moyen, toutes saisons confondues. En effet, le traitement T1 a induit des moyennes significativement supérieures à celles du Témoin ou control (T0) (Figure 4).



**Figure 4 :** Rendement en biomasse fraîche de la citronnelle en fonction des saisons climatiques.

**Légende :** T0 : Témoin ou control ; T1 : Fiente des poules ; T2 : Biomasse de *Tithonia* (12 t/ha) ; T3 : NPK 17-17-17 (0.24 t/ha) ; Moy\_Ss : Moyenne saison sèche (1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> coupes) ; Moy\_Sp : Moyenne saison pluvieuse (1<sup>ère</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> coupes) ; Moy\_Tot : Moyenne totale (Toutes saisons confondues). Comparaison entre saisons climatiques. Les moyennes (comparaison verticale) avec les mêmes lettres ne sont pas substantiellement différentes ( $p = 0,05$ ).

**Résumé de l'effet traitement et saison climatique sur la performance de la citronnelle :** Le tableau 1 ci-dessous montre que l'apport des fertilisants a influencé de manière très hautement significativement le rendement en biomasse fraîche de la citronnelle ( $P < 0,0000$ ). Les plants de citronnelle des parcelles ayant reçu la fiente des poules (T1) ont induit un rendement en biomasse fraîche supérieur aux autres traitements. La saison pluvieuse s'est

démarquée de la saison sèche avec un rendement en biomasse fraîche de la citronnelle environ 8 fois supérieur et significativement différent ( $P < 0,0000$ ). Le rendement en biomasse fraîche de la citronnelle a varié de 0,713 t/ha sous T3 en Saison sèche à 11,655 t/ha sous T1 en Saison pluvieuse, traduisant un effet interaction (Fertilisant \* Saison de culture) hautement significatif sur la biomasse de la citronnelle (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Résumé de l'effet des traitements, de la saison ainsi que leurs interactions sur la performance de la citronnelle. Valeurs = moyennes  $\pm$  écart-types.

Fertilisants	Effet traitement	Rendement global moyen (t/ha)
T1		6,3073a
T2		3,2395b
T3		3,0848b
T0		2,4385b
Prob. 0,05		<b>0,0000**</b>
Tukey HSD		1,4796
Saisons de culture	Effet saison	Rendement moyen tous traitements confondus (t/ha)
Saison pluvieuse		6,6559a
Saison sèche		0,8792b
Prob. 0,05		<b>00000**</b>

Tukey HSD		0,7723
Fertilisants		Rendement (t/ha)
<b>T1</b>	Saison pluvieuse	11,655a
<b>T2</b>	Saison pluvieuse	5,569b
<b>T3</b>	Saison pluvieuse	5,456b
<b>T0</b>	Saison pluvieuse	3,944b
<b>T1</b>	Saison sèche	0,960c
<b>T0</b>	Saison sèche	0,933c
<b>T2</b>	Saison sèche	0,910c
<b>T3</b>	Saison sèche	0,713c
<b>Prob. 0,05</b>		<b>0,0000**</b>
<b>Tukey HSD</b>		<b>2,5388</b>
<b>CV (%)</b>		<b>23,40</b>

**Légende :** T0 : Témoin ou control ; T1 : Fiente des poules ; T2 : Biomasse de *Tithonia* (12 t/ha) ; T3 : NPK 17-17-17 (0.24 t/ha) ; Prob. Seuil de probabilité ; \*\* : Différence hautement significative.. Les moyennes (comparaison verticale) avec les mêmes lettres ne sont pas substantiellement différentes (P=0,05).

## DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent que l'application des fertilisants influence positivement le rendement en biomasse fraîche de la citronnelle. Sastry *et al.* (2014) ont rapporté que le rendement en biomasse fraîche de la citronnelle augmente considérablement avec l'application d'engrais organiques. Ceci peut être liée, entre autres, à l'action favorable de l'azote contenu dans les fertilisants appliqués (fiente des poules, biomasse de *Tithonia* et NPK 17-17-17) sur la fertilité du sol (Jalali & Ranjbar, 2009). En effet, l'azote minéral incorporé dans les métabolites protéiques, est nécessaire à la formation des membranes cellulaires (Dauda *et al.*, 2009), à la constitution des chlorophylles et en conséquence, à la croissance des plantes (Magnan, 2006). La différence de performance entre T1 (Fiente des poules) et T2 (Biomasse de *T. diversifolia*) pourrait se justifier par la différence dans la composition chimique et la vitesse de minéralisation de deux fertilisants organiques. La fiente des poules (T1) est plus riche en éléments minéraux et se minéralise plus lentement, alors que la biomasse de *Tithonia diversifolia* (T2) aurait une action intense mais fugace (Le Villio *et al.*, 2001). Contrairement à la biomasse de *T. diversifolia*, les besoins en nutriments des plantes fertilisées

avec la fiente des poules seraient ainsi couverts durant une longue période de croissance des plants. Ce résultat soulève la nécessité de sélectionner les fertilisants organiques riches en éléments minéraux pour assurer une bonne croissance et accroître le rendement des cultures. En saison pluvieuse, la fiente des poules (T1) a significativement augmenté le rendement en biomasse de la citronnelle, de 202 (4<sup>e</sup> coupe) à 508% (5<sup>e</sup> coupe) par rapport au Témoin sans engrais (T0) (Figure 3). Le faible rendement sous T0 pourrait s'expliquer par les caractéristiques pédologiques des sols sableux de Kinshasa qui sont naturellement moins fertiles et ont une faible capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs, liée à une forte minéralisation de leur matière organique et le lessivage important des éléments minéraux (ACF, 2009; Mulaji, 2011; Muliele *et al.*, 2017). Ainsi, l'importance de fertiliser les sols pauvres en éléments minéraux pour améliorer le rendement des cultures. La saison culturelle a influencé le rendement en biomasse de la citronnelle. Pour tous les traitements, la saison pluvieuse a donné des rendements supérieurs à ceux de la saison sèche. L'amélioration de la nutrition hydrique en saison pluvieuse (Figure 1) a joué un rôle crucial sur la croissance (tiges et feuilles) et le

rendement en biomasse foliaire (Tableau 1). Il est connu que le déficit hydrique est le problème majeur qui affecte la production et la qualité des céréales en conditions de savane. Le stress hydrique est un accident relativement fréquent dans les sols à faible réserve hydrique, en culture pluviale ou insuffisamment irriguée. Il entraîne une réduction de croissance et de production suite à une alimentation hydrique insuffisante (Passioura, 2004). L'interaction fertilisation – saison culturelle (Fertilisant \* Saison de culture) a produit un effet très hautement significatif sur la biomasse de la citronnelle (Tableau 1). Tous traitements

confondus, le rendement des parcelles fertilisées est environ le triple de celui des parcelles non fertilisées. De même, le rendement en saison pluvieuse est supérieur à celle de la saison sèche. En d'autres termes, l'accroissement du rendement de la citronnelle dans les conditions expérimentales requiert non seulement l'amélioration de la fertilité du sol mais aussi celle la nutrition hydrique. D'où l'importance des pratiques culturales et des systèmes de culture qui accroissent l'apport et la conservation de l'humidité du sol (irrigation si c'est faisable, le paillage et l'agriculture de conservation).

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Cette étude a évalué l'effet des fertilisants sur le rendement en biomasse fraîche de la citronnelle dans les conditions édapho-climatiques de Kinshasa. Quatre traitements ont été appliqués : Témoin sans engrais ou Control (T0), Fiente des poules (T1), Biomasse de *Tithonia diversifolia* (T2) et NPK 17-17-17 (T3). Les traitements et la saison culturelle ont affecté de manière significative ( $0,0000 < P < 0,05$ ) le rendement en biomasse fraîche de la citronnelle. A toutes les périodes de coupe (récolte), le rendement en biomasse fraîche des parcelles traitées avec la fiente des poules était significativement supérieur à celui du Témoin (T0). Classés par ordre décroissant de rendement global moyen, les traitements se présentent de la manière suivante : T1 (7,377 t/ha) > T2 (3,705 t/ha) > T3 (3,559 t/ha) > T0 (2,779 t/ha). Pour accroître le rendement de la

citronnelle à Kinshasa, nous recommanderions aux producteurs d'utiliser la fiente des poules (et à défaut, la biomasse de *T. diversifolia*) et d'apporter de l'eau (irrigation, arrosage) en saison sèche. La présente étude est l'une des premières études sur la fertilisation de la citronnelle dans les conditions édapho-climatiques de Kinshasa. Des connaissances sur la culture de la citronnelle sont donc à compléter, des études supplémentaires devront porter sur la détermination de la dose optimale et la fréquence d'apport des fertilisants (fiente de poules, biomasse de *T. diversifolia* et NPK 17-17-17), l'évaluation de l'effet des doses croissantes ou de la combinaison engrais minéral-fertilisants organiques sur le rendement en biomasse de la citronnelle, la sélection des espèces riches en huiles essentielles.

## BIBLIOGRAPHIE

- ACF, (2009). Rapport d'étude sur l'agriculture périurbaine (maraîchage) de Kinshasa. Province de Kinshasa, RD Congo. Action contre la faim, ACF International.
- Bessah, R. & Benyoussef E.H. (2015). La filière des huiles essentielles : Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques. Revue des énergies renouvelables, 18 (3) : 513-528.
- Bossou A.D., Mangelinck S., Yedomonhan H., Boko P.M., Akogbeto M.C., De Kimpe N. & Sohounloue D.C. (2013). Chemical composition and insecticidal activity of plant essential oils from Benin against *Anopheles gambiae* (Giles), Parasites & Vectors. 6: 1-17.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their

- antibacterial properties and potential applications in foods. A Review. International Journal of Food Microbiology, 94: 223-253.
- Dauda, S., Ajayi, F. & Ndor, E. (2009.). Growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and food Chemistry, 8 (4): 305-311.
- Demarne, F.E. & Blanchard, J-P. (1996). La filière des plantes aromatiques et à parfums à Haïti. APROMA/CIRAD.
- Ekpenyong, C.E., Akpan, E. et Nyoh, A. (2015). Ethnopharmacologie, phytochimie et activités biologiques de *Cymbopogon citratus* (DC.) extraits de staph. Journal chinois des médecines naturelles, 13 (5) : 321-337.
- Faivre, A-S., Kasongo, A., Mandjo, S., & Ngo Mayag. M. (2020). En Afrique, les remèdes traditionnels, recours populaires mais controversés face au coronavirus. *AFP* [En ligne], publié le 29 avril 2020. URL: <https://factuel.afp.com/en-africale-les-remedes-traditionnels-recours-populaires-mais-controverse-face-au-coronavirus>.
- Jalali, M. &, Ranjbar F. (2009). Rates of decomposition and phosphorus release from organic residues related to residue composition. Journal Plant Nutrient Soil Sciences, 172: 353- 359.
- Jama, B., Palm, C.A., Buresh, R.J., Niang, A.I., Gachengo, C & Nziguhéba, G. (2000). *Tithonia* as green manure for soil fertility improvement in Western Kenya. A review, Agroforestry Systems, 49 : 201-221.
- Le Villio, M., Arrouays, D., Deslais, W., Daroussin, J., Bissonais, Y. & Clergeot, D. (2001). Estimation des quantités de matière organique exogène nécessaires pour restaurer et entretenir les sols limoneux français à un niveau organique donné. *Etude et Gestion des Sols*, 8 (1): 47-63.
- Lekefack, J.P. (2015). Evaluation de la gestion des fientes de poules pondeuses : cas de la grande ferme du GIC AECAM de MENDONG. 65 p.
- Lele, N.B. (2016). Potentiel d'amélioration de la fertilité des sols sableux et acides de Kinshasa (RDC) par l'usage du charbon des bois (biochar), de la biomasse végétale et des engrains minéraux. Thèse de doctorat, Université de Kinshasa, RDC.
- Lele, N.B., Kachaka, S.C., & Lejoly J. (2016a). Effet du biochar et des feuilles de *Tithonia diversifolia* combiné à l'engrais minéral sur la culture du maïs (*Zea mays* L.) et les propriétés d'un sol ferralitique à Kinshasa (RDC). BASE, 20 (1): 57-67.
- Lele, N. B., Kachaka, C., & Lejoly, S.J. (2016b). Effet de l'application d'engrais minéral complet NPK et de biochar sur les performances de la culture pure du manioc et de l'association manioc-maïs dans les conditions du plateau des Bakété en République Démocratique du Congo (RDC). *Tropicultura* 34 (1) : 47-55.
- Magnan, J. (2006). Eppardage post récolte des engrains organiques et risques environnementaux reliés aux pertes d'azote. Ordre des Agronomes du Québec. p.75.
- Masiala, M.B. (2021). Contribution des concessions agricoles périurbaine à l'approvisionnement alimentaire de la ville de Kinshasa. Thèse doctorale, Université de Liège (ULG), Belgique.
- Mialoundama B.G.F., Thedy Adoua, N.F., Schwartzenberg, M.A., Bitsindou, K.H.B., Nsonda, J.C.D., Kalélé, E. & Missengué, S.S. (2021). Production of essential oils from Ceylon lemongrass (*Cymbopogon nardus*) in Loumo district (Congo). *Journal of Humanities*

- and Social Sciences Studies 3 (6): 29-39.
- Mulaji, 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, Université de Liège, Belgique.
- Muliele, MT., Nsombo, MB., Kapalay, MO., & Mafuka, MP. (2017). Amendements organiques et dynamique de l'azote minéral dans le sol sableux de Kinshasa (RD Congo). Journal of Animal and Plant Sciences 32 (2): 5156-5167.
- Muliele, T.M. & Nsamba, M.V. (2025). Potentiel d'une gestion intégrée de la fertilité du sol pour l'amélioration du rendement de gombo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) à Kinshasa en RD Congo. Revue. Congolaise des Sciences et Technologies., 4 (1) : 55-62.
- Muyima, N.Y.O., Zulu, G., Bhengu, T. & Popplewell, D. (2002). The potential application of some novel essential oils as natural cosmetic preservatives in an aqueous cream formulation. Flavour and Fragrance Journal, 17 (4) : 258-266.
- Ndomo, A. F., Tapondjou, A.L., Tendonkeng, F. & Mbiopo Tchouanguep, F. (2009). Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon vimiralis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). Tropicultura, 27 (3): 137-143.
- Ngakegni-Limbili, A.C. (2012). Etude de synergie des effets cliniques et biologiques des lipides de réserves et des huiles essentielles des fruits et graines saisonniers de la sous-région Afrique Centrale. Institut National Polytechnique de Toulouse ED(INPT), Université de Toulouse, France.
- Nsimba, N.D., Mbeyame, C.A., & Prosper Mudimbiyi, P. (2019). Effets des doses croissantes d'azote et de phosphore sur deux variétés du maïs (*Zea mays* L. var Mudishi1 et Pan 53) dans les conditions édapho-climatiques de Kinshasa. Revue Africaine d'environnement et d'Agriculture 2 (1): 52-59.
- Ouamba, J-M. (1991). Valorisation chimique des plantes aromatiques du Congo. Extraction et analyse des huiles essentielles : oximation des aldéhydes naturels. Université Montpellier 2. France.
- PADAP. (2008). Mémento : technique et économique du maraîchage à Kimwenza (Kinshasa), pratiques agricoles et fiches techniques. Programme d'Appui au Développement Agricole Périurbain de Kinshasa. 32p.
- Passioura, J. (2004). Increasing crop productivity when water is scarce: from breeding to field management. In New Directions for a Diverse Planet (eds Fischer R. A., Turner N., Angus J., McIntyre L., Robertson M., Borrell A. & Lloyd D.). Proceedings of the International Crop Science Congress, Brisbane, Australia, 26 September–1 October, 2004.
- Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and Constraints. Trends Plant Sciences 21 (12): 1000-1007.
- Radio Okapi. (2010). Nutrition : Vertus de la citronnelle. <https://www.radiookapi.net/mot-clé/citronnelle>.
- Radio Okapi. (2020). Coronavirus en RDC, ce qu'il faut consommer. <https://www.radiookapi.net/2020/04/15/actualite/societe/coronavirus-en-rdc-ce-qu'il-faut-consommer>.
- Raharininira, A. & Baomivotse, V. (2009). Valorisation économique de la

- biodiversité par les contrats de bioprospection et la filière huiles essentielles. Le cas de Madagascar. Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines, Madagascar.
- Ralambondrainy, M. (2017). Caractérisation chimique et biologique de trois huiles essentielles répulsives issues de la biodiversité régionale contre l'alphavirus Ross River. Thèse de doctorat, Université de la Réunion.
- Razafimahay, M.P. (2011). Filière huile essentielle : de la production à l'exportation: cas de Madagascar. Mémoire de Maîtrise Ès Sciences économiques, Université d'Antananarivo. Madagascar.
- Sastry, K., Srinivas, K.V., Kumar, N.S., Kumar, J.K., Dharmendra, A.N., & Sharma, V.U. (2014). Variation in the essential oil content and composition of citronella (*Cymbopogon winterianus*) in relation to time of harvest and weather conditions. Crops and Products 61: 240-248.
- Shah, G., Shri, R., Panchal, V., Sharma, N., Singh, B., & Mann, A. S. (2011). Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*. Journal of advanced pharmaceutical technology & research, 2(1): 3-8.
- Shan, B., Cai, Y.Z., Sun, M. & Corke, H. (2005). Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 53(20): 7749-7759.
- Silou, T., Bikanga, R., Nsikabaka, S., Nombault, J., Mavoungou, Ch., Figuéredo, G. & Chalchat, J-C. (2017). Plantes aromatiques du Plateau des Cataractes (Bassin du Congo). Caractérisation du chémotype de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle acclimaté au Congo Brazzaville. Biotechnology Agronomic Sociology Environment, 21(2): 105-116.
- Silou, T., Malanda, M. & Loubaki, L. (2004). Optimisation de l'extraction de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* grâce à un plan factoriel complet 2<sup>3</sup>. Journal of Food Engineering 65: 219-223.
- Tim Motis, (2017). Le *Tithonia* comme engrais vert : Notes de développement de ECHO (EDN) | EDN Numéro 134 [<https://www.echocommunity.org/fr/re-sources/4321d672-c8be-4511-b97a-fbc8646f9176>].