

Effet de l'apport d'eau sur le comportement des racines de *Lippia multiflora* (Verbenaceae) dans un ferralsol, à Abidjan en Côte d'Ivoire

Marie-Paule HIEN*, Djétchi Jean Baptiste ETTIEN, Kouadio Emile YOBOUE
et N'guessan Pacôme ALEPI

Université Félix HOUPOUËT - BOIGNY, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM),
Laboratoire des Sciences des Sols, Eaux et Géomatériaux (LSSEG),
22 BP 582 Abidjan 22, Abidjan, Côte d'Ivoire

(Reçu le 25 Janvier 2021 ; Accepté le 26 Mars 2021)

* Correspondance, courriel : mhienboidi@gmail.com

Résumé

Une étude portant sur *Lippia multiflora*, plante aromatique très appréciée des populations africaines pour son goût, sa saveur et ses nombreuses vertus a été réalisée au Centre National de Floristique d'Abidjan à l'Université Félix Houphouët-Boigny de Côte d'Ivoire en 2019. L'objectif de cette étude est d'évaluer la croissance du système racinaire de cette plante en culture sous abri sur une période de deux (02) mois en fonction des quantités d'eau apportées. L'essai a été implanté selon un dispositif en blocs de Fisher complètement randomisés. Les plants en pots ont reçu deux niveaux d'apports d'eau ($D_1 = 35$ mL et $D_2 = 50$ mL) en trois fréquences d'apport ($F_1 =$ tous les 2 jours; $F_2 =$ tous les 4 jours et $F_3 =$ tous les 6 jours) avec quatre (04) répétitions. Les mesures à 30 jours et 60 jours après repiquage (JAR) ont été effectuées par des observations destructives sur les plants. Les observations ont porté sur la longueur moyenne, le nombre moyen et le diamètre moyen au collet des racines et la hauteur moyenne des plantes en centimètre (cm). Les données obtenues ont été analysées par ANOVA à 2 ou 3 voies avec le test post-hoc de Bonferroni et les valeurs de P inférieures à 0,05 ont été considérées comme significatives sous ®. Des résultats obtenus, il ressort que la dose d'eau D_2 (50 mL) apportée tous les 2 jours (F_1) donne les plus forts taux de croissances racinaires ainsi que la hauteur de la plante sur la période d'essai. Les plus faibles développements racinaires ont été enregistrés avec le traitement d'apport d'eau (35 mL), D_1 tous les six (06) jours (F_3). Il en ressort que pour une meilleure domestication de cette plante le traitement D_2 (50 mL) tous les deux (02) jours (F_1) serait à préconiser. Sur la base de ces résultats, des essais culturaux peuvent être entrepris dans des écologies similaires sur les espèces du genre *Lippia*.

Mots-clés : ferralsol, *Lippia multiflora*, stress hydrique, croissance racinaire, Côte d'Ivoire.

Abstract

Effect of water supply on the behavior of the roots of *Lippia multiflora* (Verbenaceae) in a ferralsol, in Abidjan, Côte d'Ivoire

A study on *Lippia multiflora*, an aromatic plant much appreciated by African populations for its taste, flavor and many virtues was conducted at the National Center of Floristics of Abidjan at the University Felix Houphouët Boigny of Côte d'Ivoire in 2019. The aim of this study is to evaluate the growth of the root system

of this plant under cover over a period of two (02) months. The trial was set up in a completely randomized Fisher block design. The plants in pots received two levels of water supply (D1 = 35 mL and D2 = 50 mL) in three frequencies of supply (F1 = every 2 days; F2 = every 4 days and F3 = every 6 days) with four (04) replications. The measurements at 30 days and 60 days after transplanting (DAR) were made by destructive observations on the plants. Observations included mean length, mean number and mean root collar diameter and mean plant height in centimeters (cm). The data obtained were analyzed by 2- or 3-way ANOVA with Bonferroni's post-hoc test and P values less than 0.05 were considered significant under ®. From the results obtained, it appears that the treatment with D2 water dose (50 mL) applied every 2 days (F1) gives the highest growth rates of root parameters as well as plant height over the test period. The lowest root growth rates were recorded with the D1 (35 mL) watering treatment every six (06) days (F3). This suggests that for a better domestication of this plant, the D2 treatment (50 mL) every two (02) days (F1) should be recommended. Based on these results, cultivation trials can be undertaken in similar ecologies on species of the *Lippia* gender.

Keywords : *ferralsol, Lippia multiflora, water stress, root growth, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

Lippia multiflora est une plante naturelle rencontrée principalement dans les régions tropicales d'Amérique, au Brésil et en Afrique [1]. En Côte d'Ivoire, cette plante est observée depuis le V Baoulé au centre jusqu'au nord [2, 3]. La plante est très prisée par les peuples Africains pour ses vertus. Elle regorge des propriétés utiles à l'épanouissement de l'homme dans le traitement des soins de santé [4 - 6], dans l'industrie alimentaire [7] et dans l'artisanat [8]. Le traditionnaliste utilise les feuilles sèches de la plante pour la fabrication de remèdes dans les soins de plusieurs maladies [9 - 10]. Selon plusieurs enquêtes, les feuilles sont utilisées comme arôme culinaire pour donner un goût particulier aux mets [7]. Cette espèce possède également des propriétés pesticides [11]. L'étude de l'huile essentielle des fleurs et des feuilles de *L. multiflora* a permis de savoir que cette plante a un faible indice de réfraction, et qu'elle peut donc être utilisée en cosmétique [12]. Aussi, faut-il noter que la commercialisation des feuilles de *Lippia multiflora* a dépassé les frontières des zones de prédilections et s'est étendue dans le monde d'où la filière commence à s'organiser et devient une source de revenus monétaire pour les acteurs selon [9]. Cependant, elle n'est pas encore cultivée, ce qui demeure une réelle menace de disparition dans son aire d'établissement naturel. Pour préserver cette plante, il est important de la domestiquer [4, 13, 14] pour garantir aux acteurs une filière viable et fiable. Pour cela, il faudrait maîtriser les conditions de culture parmi lesquelles les besoins en eau pour la croissance de la plante [15]. De nombreux travaux ont montré l'importance de ce paramètre dans la productivité de *Lippia multiflora* [2, 16]. La croissance de *Lippia multiflora* en pépinière est favorisée par un apport d'eau de 35 mL et 50 mL d'eau sur un ferralsol qui constituerait 50 et 70 pourcent de la réserve utile [2, 16]. L'apport d'eau favoriserait l'épanouissement des racines qui sont le canal d'absorption d'eau par la plante [17]. Car, ce sont les racines qui permettent à la plante de s'ancrer solidement dans le sol, d'en tirer l'eau et les nutriments minéraux nécessaires à leur croissance et leur développement, d'accumuler des réserves, de supporter des associations symbiotiques complexes avec les micro-organismes et d'absorber l'eau et les nutriments du sol [18]. L'eau du sol influencerait l'architecture des racines. C'est dans cette optique que notre travail a été initié pour évaluer l'effet de l'apport d'eau sur le comportement des racines de *Lippia multiflora* à Abidjan.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

Le site expérimental du Centre National de Floristique ($5^{\circ}20'50.41''N$ - $3^{\circ}59'01.92''O$ d'Altitude 49 m) est situé sur le site de l'Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody. C'est un milieu forestier entièrement planté qui comprend un jardin botanique constitué en partie de jachère et de l'arboretum. Le site d'étude est caractérisé par une température moyenne annuelle de l'ordre $26^{\circ}C$ et par une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 1658,64 mm. Les sols sont de type ferralitique fortement désaturés sous forte pluviométrie ou Dystric Ferralsol. Le matériel biologique utilisé au cours de cette étude est constitué de graines de *L. multiflora* Mold. issues de fruits matures, récoltées sur les inflorescences sèches à Toumodi au Centre de la Côte d'Ivoire, en zone de savane (*Figure 1*).



Figure 1 : Graines de *Lippia multiflora* (a) capsules éclatées et (b) graines vues au microscope (6 x 2,9) [19]

2-2. Méthodes d'étude

2-2-1. Déroulement de l'essai

L'essai s'est déroulé en condition contrôlée, sous abri de $16,5\text{ m}^2$ ($5,5\text{ m} \times 3\text{ m}$). Le semis des graines a été réalisé à la volée sur germeur et couvert de paille pendant trois (03) jours, puis arrosée après la levée tous les deux (02) jours pendant un (01) mois. Le repiquage s'est effectué dans des sachets en polyéthylène noirs de 25 cm de hauteur et de 10 cm de diamètre préalablement remplis avec 1,5 Kg de sol issu du CNF et du terreau a été ajouté à ce sol.

2-2-2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher randomisé à 4 répétitions (*Figure 2*) pour évaluer les effets de l'alimentation hydrique et de la fréquence d'apport d'eau à 30 et 60 (jour après repiquage ou JAR) sur les paramètres indicateurs du stress hydrique (hauteur plants, longueur et nombre de racines et circonférence au collet de la tige) de *L. multiflora*. Les plants ont été inclus dans des essais avec : (i) traitements hydriques (2 niveaux de dose) et (ii) fréquence d'apport d'eau (3 fréquences). Le croisement des deux facteurs (Traitement hydrique et fréquence d'apport) donne une unité expérimentale. Chaque répétition est composée de 6 unités expérimentales. Chaque unité expérimentale est constituée de 9 plants.



Figure 2 : Dispositif expérimental

Légende : ○ : Conteneurs dans lesquels les graines ont été semées ; ↔ : Allées de séparation entre les planches de semis ; DF : Dose et fréquence combinées ; 1 à 3 : Numéros de doses et de fréquences

2-2-3. Traitements

Le traitement reçu est constitué de deux (02) facteurs. Le dispositif de l'essai est un bloc de Fisher complètement randomisé. Le facteur principal est la dose d'eau apportée à deux niveaux : niveau de 35 mL d'eau (D_1) et niveau de 50 mL d'eau (D_2) et le facteur secondaire, la fréquence d'apport d'eau avec trois (03) fréquences F_1 , F_2 , F_3 . La fréquence F_1 est apportée tous les deux (02) jours, F_2 , tous les quatre (04) jours et F_3 tous les six (06) jours sur une période de 2 mois. Les traitements sont répétés quatre (04) fois.

2-2-4. Paramètre hauteur plants

La hauteur de la plante est un indicateur direct de l'effet du déficit hydrique sur la croissance de la plante [20]. Pour la mesure de la hauteur de la plante, il a été utilisé une règle selon les normes conventionnelles de mesure (www.metrologiefrancaise.fr).

2-2-5. Paramètre longueur racine

La racine est un bon indicateur de l'effet du déficit hydrique sur la plante car, elle subit directement l'effet du déficit à cause de son contact avec le sol [21]. Pour la mesure de la longueur des racines de la plante, il a été utilisé une règle selon les normes conventionnelles de mesure (www.metrologiefrancaise.fr).

2-2-6. Paramètre circonférence au collet

La circonférence au collet est l'indice de vigueur et de développement à la base des plantes. Il est un bon indicateur de l'effet du déficit hydrique sur les plantes en période de manque d'eau [21]. Pour la détermination de la circonférence au collet a été utilisé le pied à coulisse.

2-2-7. Analyse statistique

Les scores ont été analysés par ANOVA à 2 ou 3 voies avec le test post-hoc de Bonferroni. Les valeurs de P inférieures à 0,05 ont été considérées comme significatives sous ®.

3. Résultats

3-1. Hauteur moyenne de *L. multiflora* à 30 et 60 JAR (cm)

L'échelonnement des fréquences d'arrosage (**Figure 3**) présente une distribution à allure exponentielle négative (en "J renversé"). Ces résultats indiquent une croissance optimale en hauteur de *L. multiflora* de 30,69 cm à 30 JAR et à 55,21 cm à 60 JAR, avec la fréquence d'arrosage (F₁), s'effectuant tous les deux jours et présentant des scores statistiquement significatifs avec F₂ (tous les 4 jours) et F₃ (tous les 6 jours) d'apport d'eau durant les deux (02) mois, [F (2, 21) = 18,33, p < 0,0001 (30 JAR) et F (2, 21) = 40,56, p < 0,0001 (60 JAR)]. Il ne sert à rien d'allonger indéfiniment la durée d'arrosage car, avec la fréquence tous les 6 jours (F₃), les plantes ont eu les hauteurs plus faibles durant les deux (02) mois correspondant à 15,37 cm et 23,07 cm avec la dose D₁, 35 mL.

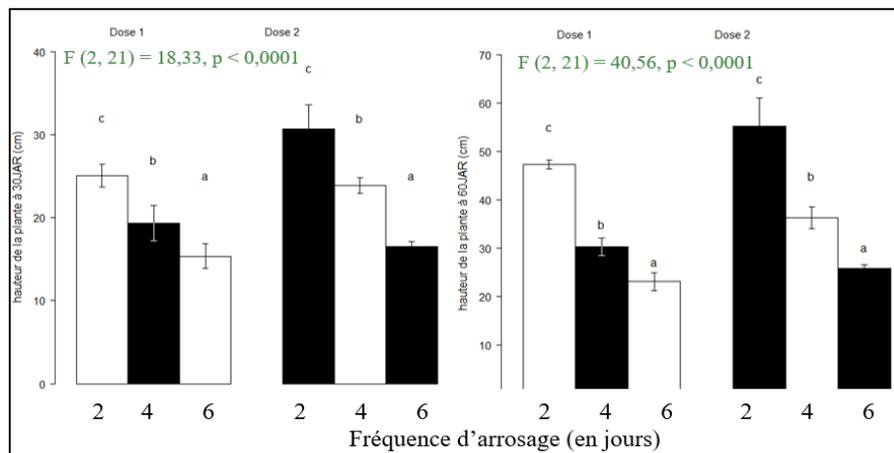


Figure 3 : Variation de la hauteur des plantes sous l'influence de deux doses d'eau et à trois fréquences d'arrosages à 30 JAR et à 60 JAR

L'analyse de variance à trois facteurs a montré l'interaction des trois variables indépendantes (fréquence d'apport, date de mesure des données et dose d'eau) pour prédire la hauteur des plantes. Les résultats ont indiqué une absence d'interaction à trois facteurs, statistiquement significative (**Tableau 1**) entre les trois variables, $F(2, 36) = 0,008, p = 0,993$. Cependant, les variables prises séparément ont présenté des effets significatifs (**Tableau 1**). En d'autres termes, la fréquence d'arrosage est fonction du temps et réciproquement. La fréquence d'arrosage est mise en évidence à la suite de l'analyse des effets principaux sur une interaction à deux facteurs (**Tableau 2**).

Tableau 1 : Analyse de variance à trois facteurs (fréquence d'apport, date de mesure des données et dose d'eau) susceptibles de prédire la hauteur des plantes

Effet	DFn	DFd	F	p	P < .05
Dose	1	36	11,852	1,00e ⁻³	*
Date	1	36	115,764	8,48e ⁻¹³	*
Fréquence	2	36	70,371	3,64e ⁻¹³	*
Dose : date	1	36	0,423	5,20e ⁻⁰¹	
Dose : fréquence	2	36	1,104	3,42e ⁻⁰¹	
Date : fréquence	2	36	11,340	1,52e ⁻⁰⁴	*
Dose : date : fréquence	2	36	0,008	9,93e ⁻⁰¹	

* : significatif

Le **Tableau 2** présente les effets principaux sur la croissance en hauteur de la plante. Les résultats résumés (**Tableau 2**) ont indiqué une modulation du temps (date) sur l'effet de la fréquence d'arrosage qui induit la croissance en hauteur de *L. multiflora*. En effet, sous les deux doses (**Figure 4**), les résultats ont montré que l'effet de la fréquence d'apport d'eau sur la " hauteur de la plante " dépend de la " date ", [F (2, 36) = 11,34, $p < 0,0001$ et F (2, 36) = 5,95, $p < 0,0001$ (dose 2, D₂)].

Tableau 2 : Analyse de variance des effets principaux caractérisant la croissance en hauteur des plantes

Dose	Effet	DFn	DFd	F	p	`p <,05`
Dose1	Date	1	36	51,1	2,10e ⁻⁸	*
Dose1	Fréquence	2	36	27,5	5,64e ⁻⁸	*
Dose1	Date : fréquence	2	36	5,4	9,00e ⁻³	*
Dose2	Date	1	36	65,1	1,38e ⁻⁹	*
Dose2	Fréquence	2	36	44	2,16e ⁻¹⁰	*
Dose2	Date : fréquence	2	36	5,95	6,00e ⁻³	*

* : significatif

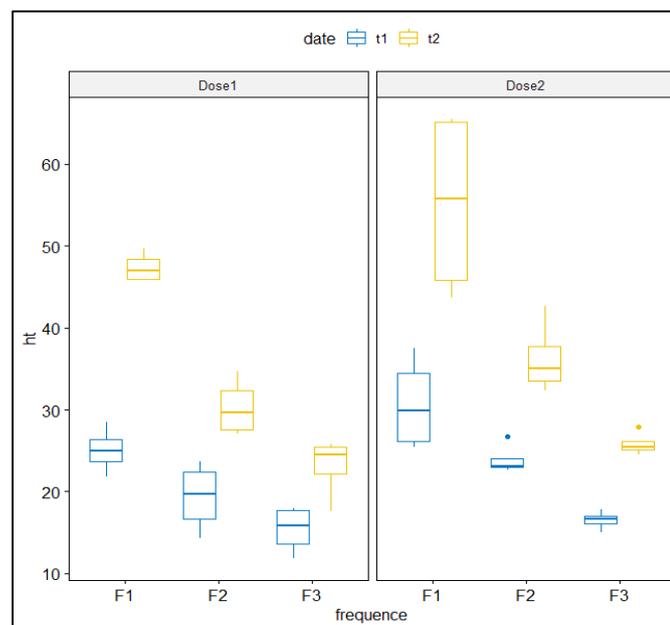


Figure 4 : Effet d'interaction entre trois variables catégorielles indépendantes sur la croissance en hauteur de *L. multiflora* ; Ht : hauteur

3-2. Longueur des racines de *L. multiflora* à 30 et 60 JAR (cm)

A 30 JAR, aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les échelons des fréquences d'arrosage (**Figure 5**). Par contre, on note qu'à 60 JAR, les doses apportées sous différentes fréquences ont induit une croissance racinaire significative, F (2, 21) = 5,55, $p = 0,012$. Cet effet peut mieux s'ajuster à une distribution à allure exponentielle négative (en "J renversé") qui indique une croissance optimale des racines de *L. multiflora* avec la dose D₂ et la fréquence F₁ d'apport d'eau avec 36,73 cm (30 JAR) et 37,65 cm (60 JAR). Les plus faibles valeurs sont observées par la fréquence F₃ "tous les 6 jours" avec une variation de 20,23 cm à 27,55 cm respectivement de 30 JAR et 60 JAR.

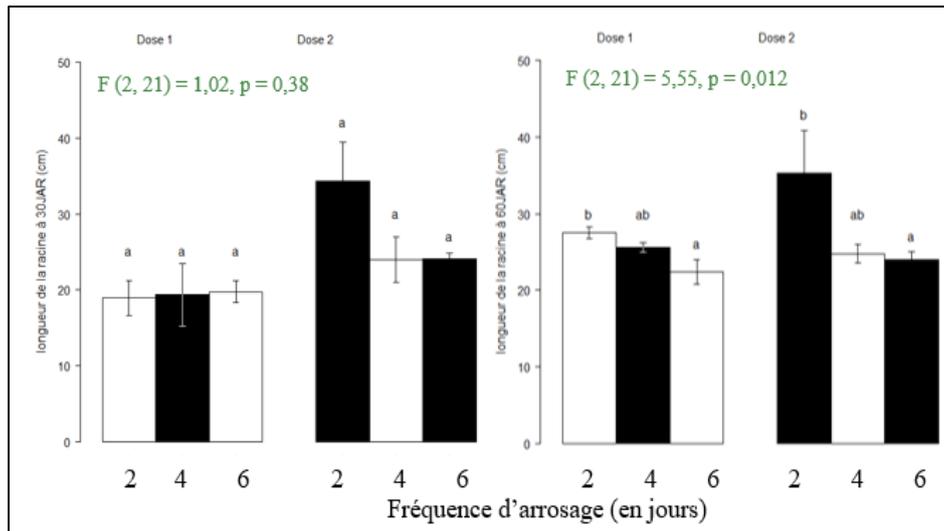


Figure 5 : Variation de la longueur des racines soumises à deux doses d'apport d'eau en fonction de trois Fréquences d'arrosages à 30 JAR et à 60 JAR

Il n'y a pas une interaction à trois facteurs, statistiquement significative entre la dose, la date et la fréquence, $F(2, 36) = 0,179, p = 0,837$. L'unique interaction observée concerne la dose et la fréquence, $F(2, 36) = 3,51, p = 0,041$ (**Tableau 3**). Le détail de l'effet de la dose sur la fréquence est résumé dans le **Tableau 4**.

Tableau 3 : Analyse de variance à trois facteurs (fréquence d'apport, date de mesure des données et dose d'eau) susceptibles de prédire la longueur des racines

Effet	DFn	DFd	F	p	p<.05
Dose	1	36	11,338	0,002	*
Date	1	36	3,81	0,059	
Fréquence	2	36	6,132	0,005	*
Dose : date	1	36	2,593	0,116	
Dose : fréquence	2	36	3,505	0,041	*
Date : fréquence	2	36	0,4	0,673	
Dose : date : fréquence	2	36	0,179	0,837	

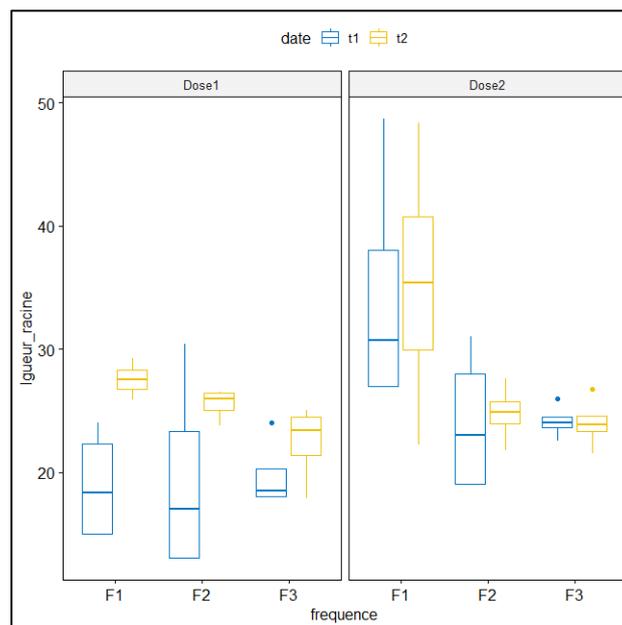
* : significatif

Le **Tableau 4** présente les effets principaux sur la croissance racinaire. Il est observé une interaction statistiquement significative entre la dose 2 et la fréquence, $F(2, 36) = 9,34, p = 0,0005$, mais pas sous la dose 1, $F(2, 36) = 0,293, p = 0,748$. Aucune interaction statistiquement significative n'a été notée entre la date et la fréquence (**Tableau 4**) sous les deux doses, $F(2, 36) = 0,56, p = 0,579$ (dose 1), et $F(2, 36) = 0,023, p = 0,977$ (dose 2). Ce résultat suggère que l'effet de la fréquence d'arrosage sur "la croissance en longueur de la racine" n'est pas lié à la période de mesure. En comparaison de la dose 35 mL, c'est la dose de 50 mL, D₂ qui induit une croissance significative des racines de *L. multiflora* (**Figure 6**).

Tableau 4 : Analyse de variance des effets principaux caractérisant la croissance en longueur de la racine

Dose	Effet	DFn	DFd	F	p	`p<,05`
Dose1	Date	1	36	6,34	0,016	*
Dose1	Fréquence	2	36	0,293	0,748	
Dose1	Date : fréquence	2	36	0,555	0,579	
Dose2	Date	1	36	0,058	0,81	
Dose2	Fréquence	2	36	9,34	0,000539	*
Dose2	Date : fréquence	2	36	0,023	0,977	

*: significatif

**Figure 6 :** Effet d'interaction entre trois variables catégorielles indépendantes sur la circonférence de la tige

3-3. Diamètre au collet de *L. multiflora* à 30 et 60 JAR

La mesure de la circonférence au collet a indiqué des résultats dont les différences ont été statistiquement significatives entre la fréquence d'arrosage (tous les 2 jours, F₁) et les deux autres (4 et 6 jours), $F(2, 21) = 24,62$, $p < 0,0001$ (30 JAR) et $F(2, 21) = 31,14$, $p < 0,0001$ (60 JAR). Les réponses obtenues durant les deux (02) mois présentent une distribution à allure exponentielle négative (**Figure 7**). Les valeurs obtenues au terme des deux (02) mois sont de 0,4 cm pour la dose D₂ (50 mL) à la fréquence F₁, tous les deux (02) jours. La dose de 35 mL, D₁ à la fréquence tous les six (06) jours (F₃) a induit la plus faible valeur de diamètre au collet à moins de 0,2 cm.

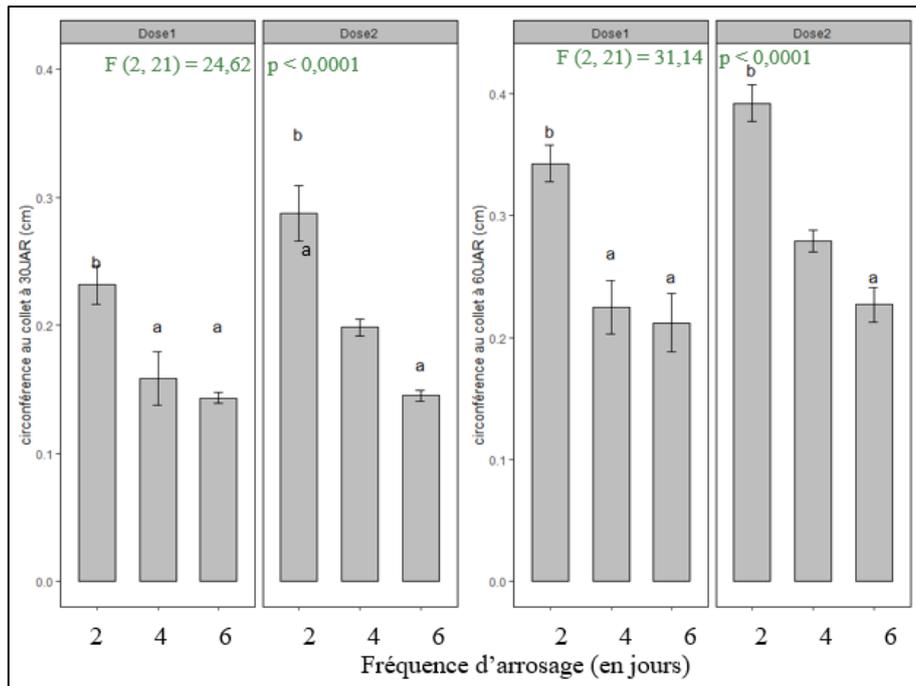


Figure 7 : Variation de la circonférence au collet induite par deux niveaux de traitements d'eau en fonction de trois périodes d'arrosages à 30 JAR et à 60 JAR

4. Discussion

4-1. Effet de la dose et de la fréquence d'arrosage sur la hauteur de *L. multiflora* à 30 et 60 JAR

Les résultats obtenus ont montré que tous les traitements ont favorisé une bonne vitesse de croissance en convenance à la référence [2] à Toumodi avec des valeurs identiques. Des résultats semblables pour des plantes de 4 mois (120 JAP) ont été obtenus sur le planting des souches de *L. multiflora* à Dimbokro provenant de plusieurs régions du nord [22]. Ces auteurs avaient des hauteurs moyennes de 55,5 cm avec une valeur oscillant entre 25 et 110 cm. [13] ont observé des hauteurs des plantes de 3 mois (90 JAR) de *L. multiflora* de 8,8 cm, ce qui montrerait l'importance de l'eau sur les graines. Ces résultats ont mis en évidence l'augmentation de la croissance en hauteur de *L. multiflora* avec la dose d'eau apportée. Le traitement 50 mL (D₂) d'eau apportée tous les 2 jours (F₁) a induit les valeurs les plus élevées de la hauteur moyennes des plantes. Plus la fréquence d'arrosage est longue, plus la plante serait stressée. Ce stress agirait sur la croissance de *L. multiflora* par un ralentissement de la croissance en hauteur correspondant à la fréquence d'arrosage tous les 6 jours (F₃) avec 35 mL d'apport d'eau (D₁). Ce ralentissement de la croissance en hauteur de la plante dû à un stress hydrique a été également observé sur d'autres cultures telles que le sésame [23], le sorgho [24], les espèces végétales pour le reboisement au Burkina Faso [25] et les lentilles de terre [26]. La hauteur des plantes à 60 JAR a excédé les 30 cm dans nos résultats et a montré une croissance rapide. Certes, *L. multiflora* est une plante savanicole, cependant, sa phase pépinière serait très délicate d'où il faut bien maîtriser sa gestion en eau. Ces résultats ont montré qu'en phase de développement plus jeune, *L. multiflora* serait exigeante en eau.

4-2. Effet de la dose et la fréquence d'arrosage sur la longueur de la racine de *L. multiflora* à 30 et 60 JAR

Les résultats observés ont indiqué que la dose d'eau de 50 mL dans le sol a influencé positivement la croissance des racines de *L. multiflora* à la fréquence tous les deux jours. Plus la quantité d'eau dans le sol est élevée, plus le nombre de racines est élevé. La dose d'eau $D_2 = 50$ mL apportée aux plantes à la fréquence F_1 (tous les deux jours) a présenté le nombre moyen de racines le plus abondant de 99,33 à 30 JAR et 145,44 (60 JAR). Ce bon comportement des plants sous ce traitement (70 p.c. de la RU) a été observé ailleurs [2]. Par contre, la dose d'eau $D_1 = 35$ mL apportée aux plantes à la fréquence F_3 (tous les six jours) a donné quant à elle le nombre moyen de racines le plus faible 45 (30 JAR) et 70 (60 JAR). Ces résultats obtenus traduiraient l'effet du stress hydrique sur la croissance de la plante *L. multiflora* comme sur le blé (Poaceae) montrant que la densité d'enracinement est fortement affectée par le déficit hydrique [27]. Le nombre de racine croit alors en fonction du volume d'eau présent dans le sol. En effet, cette augmentation en condition de stress hydrique serait liée au génotype modifié de la plante. Il faut noter que la multiplication du nombre de racines est accompagnée par la croissance en longueur de ces racines. Et nos résultats ont montré que plus le nombre de racines croît, plus celles-ci croissent en longueur [28], dans son étude sur les tournesols (Asteraceae) qui montre qu'en condition de stress hydrique, il y aurait une diminution du nombre de racines et de leur longueur. La plante développe une stratégie qui consiste d'une part à une réduction de la transpiration et d'autre part à une optimisation de l'absorption de l'eau par les racines. Les mécanismes d'évitement sont souvent considérés comme constituant la forme la plus évidente d'adaptation à la sécheresse [29]. Dans le cas d'une adaptation au stress hydrique, des conditions d'assèchement du sol, les racines se multiplient (ramifient) pour recouvrir une surface plus large et permettre une meilleure répartition de l'eau et des éléments nutritifs dans les autres organes de la plante afin que ces plantes puissent poursuivre leur croissance [18].

4-3. Effet de la dose et fréquence d'arrosage sur la circonférence au collet de *L. multiflora* à 30 et 60 JAR

Les résultats obtenus ont montré que le diamètre de *L. multiflora* augmente avec la dose d'eau apportée et une fréquence d'apport réduite. Le diamètre au collet évolue à l'instar de la hauteur de *L. multiflora*. Des résultats similaires ont été observés sur d'autres plantes telles que le sorgho au Tchad [24], *Ricinodendron heudelotii* au Bénin [30], le sésame [23], le maïs [31]. Cela pourrait s'expliquer par le stade phénologique (la phase végétative) de *L. multiflora* car l'élongation de tous les organes a été observée. Les plantes ayant reçues les faibles doses d'eau avec un écart accentué auront un ralentissement de croissance car l'eau est un facteur limitant la production de la plante. La présence de l'eau dans le sol rendrait la solution mobile. C'est alors que les racines pourraient absorber cette solution constituée de l'eau et des nutriments pour l'ascension vers la partie aérienne de la plante. Toutes les fois qu'il y a manque d'eau, cela pourrait ralentir voire inhiber ce processus qui se solderait par un accroissement lent des organes. Des résultats similaires ont été observés sur des plantes de gombo [32].

5. Conclusion

La présente étude a permis de déterminer l'effet du stress hydrique sur les caractéristiques d'enracinement de *Lippia multiflora* sur un ferralsol à Abidjan. *Lippia multiflora* est une plante savanicole dont la maîtrise de besoins hydriques serait utile pour la domestication en vue de sa pérennisation. Des doses d'eau utilisées, la dose d'eau D_2 (50 mL) avec la fréquence d'eau apportée tous les 2 jours (F_3) est celle qui a montré des valeurs élevées des caractéristiques de l'enracinement de la plante de 20,33 cm (30 JAR) à 36, 73 cm (60 JAR) pour la

longueur des racines avec 99 de racines, la circonférence au collet durant les 60 JAR avec des valeurs de 0,4 cm. Tandis que les plantes ayant reçu la dose d'eau de 35 mL (D₂) à la fréquence tous les six (06) jours (F₃) présentent les plus faibles valeurs d'enracinement quels que soient les paramètres (souterrains ou aériens). Cette croissance racinaire influencée par la quantité d'eau dans le sol a eu un effet sur l'évolution des parties aériennes de *Lippia multiflora*. La croissance des parties aériennes ont évolué dans le même ordre de croissance que les racines sous l'influence de la quantité d'eau dans le sol disponible pour la plante. Nous pouvons donc dire que *Lippia multiflora* est une plante moins exigeante en eau et tolère le stress hydrique. Cependant, elle a besoin d'une quantité optimale d'eau dans son environnement racinaire pour qu'elle puisse donner de meilleurs rendements.

Références

- [1] - A. A. ABENA, A.W ETOU OSSIBI, T. GOUOLALLY, A. N. OKEMY, J. M. OUAMBA, Etude monographique de *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae). *Phytothérapie*, 15(1) (2017) 27 - 32. DOI : 10.1007/s10298-0161025
- [2] - M. P. HIEN, Caractéristiques du sol et effet de traitements hydriques sur *Lippia multiflora* en pépinière dans les régions Centre et Nord-Est de la Côte d'Ivoire : cas des localités de Blé (Toumodi) et Allaladougou (Bondoukou). Thèse de doctorat de Pédologie. UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières. Université de Félix Houphouët Boigny Abidjan-Cocody. Côte d'Ivoire, (2015) 201 p.
- [3] - K. A. ALUI, S. Didier M. YAO, A. N'GUETTA, A. YAO-KOUAME, Effet De Quelques Propriétés Du Sol Sur L'occurrence Et L'abondance De *Lippia Multiflora* M. (Verbenaceae) Dans Le Système Savanicole De Tiébissou, Au Centre De La Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, ESJ, 16 (36) (2020) 158 - 173. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n36.158-173>
- [4] - C. D. GANDONOU, J.-M. TOKOUDAGBA, A. G. HOUNGBEME, M. D. CHODATON and H. AHISSOU, Antiradical activity and determination of phenolic compounds of extracts of *Lippia multiflora* (Verbenaceae) : a plant traditionally used against arterial hypertension in Benin. *International Journal of Current Research*, 10, (10) (2018) 74039 - 74043
- [5] - C. A. MASENGO, G. N. BONGO, B. ROBIJAONA, G. B. ILUMBE, J.-P. NGBOLUA KOTO-TE-NYIWA, P. T. MPIANA, Étude ethnobotanique quantitative et valeur socioculturelle de *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae) à Kinshasa, République Démocratique du Congo *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 9(1) (2021) 93 - 101
- [6] - N. SAMBA, R. AITFELLA-LAHLLOU, M. NELO, L. SILVA, R. COCA, P. ROCHA and J. M. L. RODILLA, Chemical Composition and Antibacterial Activity of *Lippia multiflora* Moldenke Essential Oil from Different Regions of Angola *Molecules*, 26, 155 (2021) 1 - 28
- [7] - S. COMBRINCK, Chemical constituents of *Lippia scaberrimasond.* (Verbenaceae). Thèse de Doctorat à Tshwane University of Technology (2006) 252 p.
- [8] - J. A. ATANASSO, F. J. CHADARE, E. A. PADONOU, E. AHOANSINKPOI, K. KOURA, T. HOUEHANOU, A. E. ASSOGBADJO, R. GLELE KAKAI, B. SINSIN, habitats and utilizations of *Lippia multiflora* moldenke : local perception of four ethnic groups from benin (west africa). *Agronomie Africaine* 29 (2) (2017) 111 - 120
- [9] - K. A. N'GUESSAN, Domestication et valorisation du thé de savane (*L. multiflora* Moldenke, Verbenaceae) en Côte d'Ivoire : Incidence de la densité de plantation et du type de semence sur le rendement et les composantes du rendement du thé de savane, cultivé dans les écosystèmes forestier (Azaguié) et savanicole (Toumodi) et sur les caractéristiques du sol. Thèse Unique de Doctorat. Université F.H.B. de Cocody, Abidjan. Côte d'Ivoire, (2012) 181 p.

- [10] - A. T. MASUNDA, L. C. INKOTO, C. A. MASENGO, B. S. BOLISOMI, B. KANZA, E. K. LEGBIYE, K. N. NGBOLUA, P. T. MPIANA Traditional uses, Physical properties, Phytochemistry and Bioactivity of *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae) : A Mini-review. *Discovery Phytomedicine* 7 (2020) 19 - 26
- [11] - A. SIRIMA, A. SEREME, D. SEREME, K. KOÏTA, T. A. NANA et M. SAWADOGO, Effets de quatre huiles essentielles sur la croissance mycélienne radiale d'un isolat de *Alternaria* sp. au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(3) (2020) 762 - 771
- [12] - C. KANKO, B. E. SAWALIHO, S. KONE, G. KOUKOUA & T. N. YAO, Étude des propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de *Lippia multiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon giganteus*. *C. R. Chimie* 7 (2004) 1039 - 1042. doi:10.1016/j.crci.2003.12.030
- [13] - H. C. K. KONE, N. T. AKEDRIN, V. E. TIA, F. BAYOKO et L. F. COULIBALY, Qualités morpho-physiologiques et évaluation du comportement germinatif des graines du théier des savanes (*Lippia multiflora* Moldenke) *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(6) (2020) 1988 - 1998
- [14] - N. VIRLET, Phénotypage haut débit par imagerie multispectrale au verger : Etude du déterminisme génétique de la réponse à la contrainte hydrique d'une population d'hybrides de pommier (*Malus x domestica* Borkh.). Thèse de CIES en Sc. Agron, Montpellier, (2014) 211 p.
- [15] - A. YAO-KOUAME et K. ALLOU, Propriétés du sol et domestication de *lippia multiflora* (verbenaceae) en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 20 (1) (2008) 97 - 107
- [16] - M. P. HIEN, E. F. AKASSIMADOU, E. B. BOLOU BI, J. B. D. ETTIEN and A. YAO-KOUAME, Effect of Water on the Growth of Different Types of Propagation Stocks of *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae) Grown on Nursery in Toumodi, Central Region of Côte D'ivoire. Article no. ARRB.36930 ; 19(3) (2017) 1 - 10
- [17] - Z. SHAHZAD et C. MAUREL, Adaptation conjointe des racines à l'inondation et aux nutriments du sol Rôle d'une protéine kinase de type MAP3K m/s n° 4, vol. 33, (2017) 383 - 385
- [18] - R. PILON, Dynamique du système racinaire de l'écosystème prairial et contribution au bilan de carbone climatique. Sciences agricoles. Université Blaise Pascal - Clermont Ferrand II, HAL Id : tel-00673439, Archi
- [19] - K. A. ALUI, A. YAO-KOUAME, K. C. BALLO, K. P. KOUADIO, K. A. N'GUESSAN & K. Y. NANGAH, Comportement de deux morphotypes de *Lippia multiflora* (Verbenaceae) sur Ferralsols de la région de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 38 (2011) 2592 - 2601
- [20] - H. CAO, C. SUN, H. SAO, T. LEI, Effects of low temperature and drought on the physiological and growth changes in oil palm seedlings. *Afr. J. Biotechnol.* 10 (2011) 2630 - 2637
- [21] - C. SUN, H. CAO, H. SAO, X. LEI, Y. XIAO, Growth and physiological responses to water and nutrient stress in oil palm. *Afr. J. Biotechnol.* 10 (2011) 10465 - 10471
- [22] - K. E. ADOU, A. S. P. N'GUETTA, A. KOUASSI, C. KANKO, A. YAO-KOUAME, D. P. SOKOURI et M. Y. COULIBALY, Caractérisation agromorphologique et identification de populations de *L. multiflora*, une verbénacée sauvage. *Journal of Applied Biosci*(37) (2011) 2441 - 2452
- [23] - D. SON, E. COMPAORE, S. BONKOUNGOU et S. SANGARE, Effet du stress hydrique sur la croissance et la production du sésame (*Sesamum indicum*). *J. Appl. Biosci.* (37) (2011) 2460 - 2467
- [24] - J. DAM, M. M. NGUINAMBAYE, FADEL GUELOH S., Impact du stress hydrique sur la production d'une variété de sorgho, *Sorghum bicolor* [L], le S35 au Tchad, *J. Anim. Plant Sci*, Vol.45 (2) (2020) 7870 - 7883
- [25] - F. W. KAGAMBEGA, R. NANA, P. BAYEN, A. THIOMBIANO, J. I. BOUSSIM, Tolérance au déficit hydrique de cinq espèces prioritaires pour le reboisement au Burkina Faso, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 23(4) (2019) 245 - 256
- [26] - M. M. NGUINAMBAYE, R. NANA, I. A. DJINET et Z. TAMINI, Quelques paramètres physiologiques et constituants biochimiques des organes de la lentille de terre (*Macrotyloma geocarpum*) en conditions de stress hydrique, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(4) (2020) 1228 - 1240
- [27] - A. ADDA, S. SOUALEM, A. LABDELLI, M. SAHNOUNE, O. MERAH, Effets du déficit hydrique sur la structure de la zone pilifère des racines séminales du blé dur. *Revue Ecologie-Environnement*(9) (2013)

- [28] - M. TEMAGOULT, Analyse de la variabilité de la réponse au stress hydrique chez des lignées recombinantes de Tournesol (*Helianthus annuus* L.). MEMOIRE de magistère en Biotechnologies Végétales (Ecole Doctorale) de l'Université Mentouri, Constantine Faculté de Biologie Département de Biologie Végétale et Ecologie (2009) 106 p.
- [29] - M. EL FAKHRI, S. MAHBOUB, M. BENCHEKROUN, N. NSARELLAH, Effet du stress hydrique sur les caractéristiques d'enracinement du blé dur (*Triticum Durum*. Desf). *Nature & Technologie*, n° 03 (2011) 6 - 12
- [30] - A. MOUSSA, K. I. E DELEKE KOKO, A. B. FANDOHAN, Domestication de *Ricinodendron heudelotii* (baill.) Pierre ex heckel : savoirs traditionnels, germination et croissance des jeunes plants en milieu contrôlé. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 35 (2020) 247 - 269
- [31] - A. M. GUEI, F. G. B. ZRO, S. BAKAYOKO, F. D. B. TA, Effets du vermicompost à base d'ordures ménagères associées aux balles de riz sur les paramètres agronomiques du maïs (*Zea mays* L.) *Journal of Applied Biosciences* 154 (2020) 15862 - 15870
- [32] - K. J. KOUAKOU, M. M. BEUGRE, N. J. KOUASSI et J. J. YAO, Influence du régime hydrique sur les performances agronomiques de quatre variétés de gombo. *Afrique SCIENCE* 16(5) (2020) 284 - 291

Webographie

www.metrologiefrancaise.fr