

## ESTIMATION DE LA CONSOMMATION EN EAU ET DE L'EFFICIENCE HYDRIQUE DE *Lippia multiflora* À 30 JOURS APRÈS REPIQUAGE DE CULTURE EN POTS À ABIDJAN

Marie-Paule HIEN<sup>1\*</sup>, Konan-Kan Hippolyte KOUADIO<sup>1</sup>,  
Métangbo DIOMANDE<sup>2</sup>, Amenan Ella Jessika NGUESSAN<sup>1</sup>  
et Albert YAO-KOUAME<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Félix HOUPHOUËT - BOIGNY, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (UFR - STRM), Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux (LSSEG),  
01 BP V 582 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup> Université Péléforo Gon COULIBALY de Korhogo, UFR des Sciences Biologiques, Département des Géosciences,  
BP 1328, Korhogo, Côte d'Ivoire

(reçu le 15 Octobre 2021 ; accepté le 08 Décembre 2021)

---

\* Correspondance, e-mail : [mhienboidi@gmail.com](mailto:mhienboidi@gmail.com)

### RÉSUMÉ

Le but de ce travail est d'évaluer l'efficacité hydrique de *Lippia multiflora*, plante aromatique de savane sur un ferralsol à Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire). L'essai a été réalisé en situation contrôlée avec un dispositif de bloc complet randomisé comprenant deux (02) traitements et trois (03) répétitions, soit un total de 6 sous parcelles contenant dix (10) pots chacune. Les traitements sont représentés par deux doses d'eau : D<sub>1</sub> = 35 mL et D<sub>2</sub> = 50 mL à la même fréquence (apport d'eau tous les deux (02) jours) de préférence le matin sur des plants provenant de graines de la région de Toumodi. Ces graines sont jetées à la volée sur germe puis sont repiquées dans des pots plastiques contenant du sol du Centre National de floristique (CNF). Les résultats obtenus ont montré que le traitement D<sub>2</sub> a donné les plus forts taux de croissance sur les paramètres observés de *L. multiflora*. L'efficacité hydrique étant le rapport de la matière sèche sur l'ETR donne la valeur 1,65 mg.mmj<sup>-1</sup> pour le traitement D<sub>1</sub> et 3,22 mg.mmj<sup>-1</sup> pour le traitement D<sub>2</sub>. Pendant les 30 jours de culture en pots, la consommation en eau des plantes de *L. multiflora*, a montré que l'ETR a varié selon les doses. En somme, la culture de *L. multiflora* nécessiterait une quantité suffisante d'eau permettant une meilleure croissance des paramètres agronomiques de *L. multiflora*.

**Mots-clés :** *L. multiflora*, Ferralsol, efficacité hydrique, culture en pots, Abidjan, Côte d'Ivoire.

## ABSTRACT

### **Estimate water consumption and water efficiency of *Lippia multiflora* at 30 days after culture in pots in Abidjan**

The aim of this work was to evaluate the water efficiency of *Lippia multiflora*, an aromatic savannah plant on a ferralsol in Abidjan (Southern Côte d'Ivoire). The trial was carried out in a controlled situation with a randomized complete block design comprising two (02) treatments and three (03) replicates, i.e. a total of 6 sub-plots containing ten (10) pots each. The treatments are represented by two doses of water : D1= 35 mL and D2 = 50 mL at the same frequency (watering every two (02) days), preferably in the morning, on plants from seeds from the Toumodi region. These seeds were broadcast on germinators and then transplanted into plastic pots containing soil from the National Floristic Centre (CNF). The results obtained showed that treatment D2 gave the highest growth rates on the observed parameters of *L. multiflora*. The water efficiency being the ratio of dry matter to REE gives the value 1.65 mg.mmd<sup>-1</sup> for treatment D1 and 3.22 mg.mmd<sup>-1</sup> for treatment D2. During the 30 days of cultivation in pots, the water consumption of *L. multiflora* plants showed that the REE varied according to the doses. In sum, the cultivation of *L. multiflora* would require a sufficient amount of water for a better growth of the agronomic parameters of *L. multiflora*.

**Keywords :** *L. multiflora*, Ferralsol, water efficiency, pot culture, Abidjan, Côte d'Ivoire.

## I - INTRODUCTION

Le sol est le support de la plante. Le sol contient de l'eau et des nutriments qui forment la solution du sol dont a besoin la plante pour sa croissance et son développement. L'eau assure la turgescence, et donc le port végétal. Elle permet le transport des substances minérales, nutritives, d'éléments issus du métabolisme [1, 2]. De nos jours, cette ressource en eau du sol devient rare vue les conditions de changement climatique avec les baisses des hauteurs de pluies même dans les pays humides. Une production optimale des plantes est conditionnée par certaines conditions dont l'eau. En fait, chaque plante a besoin d'une certaine quantité d'eau pour s'épanouir. Ainsi, avec la raréfaction de cette ressource, arriver à utiliser la quantité nécessaire d'eau d'une plante donnée pour avoir une production optimale serait d'un grand atout pour les paysans, les acteurs et les décideurs [3, 4]. Les auteurs de [5] ont montré qu'en condition pluviale ou irriguée, il est possible d'améliorer l'efficacité de l'utilisation en eau (EUE) par des stratégies. L'auteur de [6] a mis en évidence l'existence ou non de gaspillage d'eau d'irrigation, et a fourni des indications

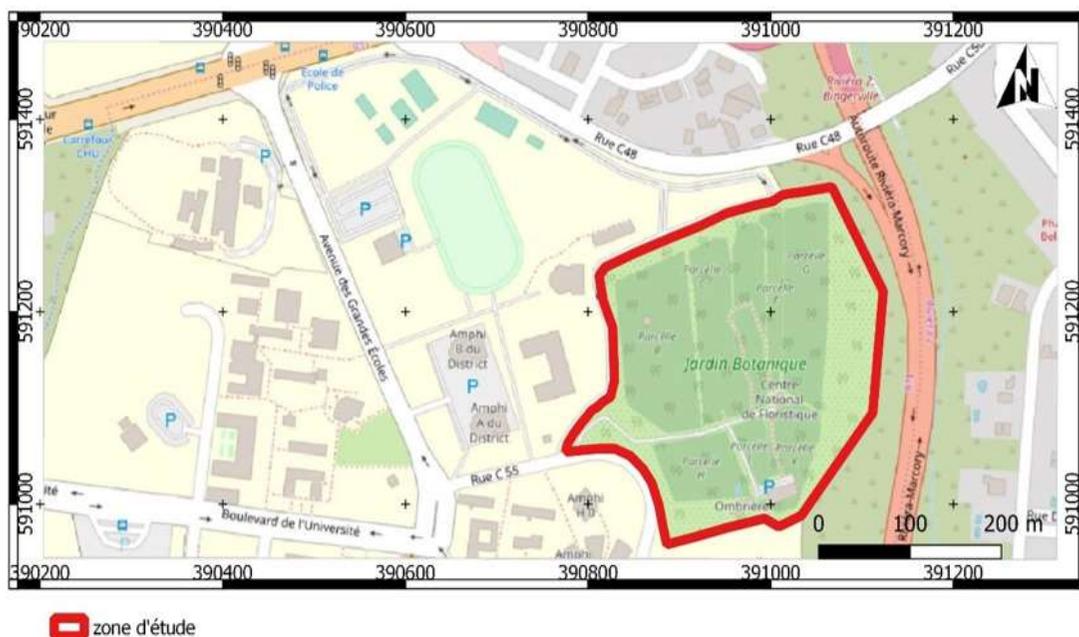
pour l'améliorer. Une bonne efficacité d'utilisation en eau peut améliorer le rendement [7]. L'amélioration de l'EUE peut donc contribuer directement à épargner cette ressource rare et augmenter l'offre pour d'autres utilisations agricoles et non agricoles [8]. L'efficacité de l'utilisation de l'eau est optimale pour les palmiers modérément stressés et les plus stressés, moyenne pour le stress à seuil de 20 % et faible pour les palmiers sous les conditions d'excès d'eau sur des dattiers au Maroc [9]. Les travaux de [10, 11] sur l'alimentation hydrique de *L. multiflora* ont permis une estimation assez satisfaisante du besoin en eau de la plante en pépinière. En effet, sur cinq (05) régimes d'eau apporté aux pépinières (10, 20, 35, 50 et 70 mL) qui correspondaient à 15, 30, 50, 70 et 100 p.c. de la réserve utile sur un ferralsol, seules deux (02) doses d'eau (35 et 50 mL) ont favorisé une croissance et développement optimal de *L. multiflora*. Ces doses constituent donc des références pour la culture de cette plante. Les valeurs en deçà (10 et 20 mL) des valeurs seuils induisent l'assèchement des plantes tandis que celle au-delà entraînent un pourrissement des racines (70 mL). Et même, ces pépinières ayant reçues ces doses de référence repiquées en plein champ ont donné les mêmes résultats. L'efficacité est un indicateur utilisé dans de nombreuses disciplines scientifiques, généralement pour rendre compte des pertes en eau qui surviennent au cours de son usage ou des produits générés par unité d'eau consommée. Leur perception est très diversifiée dans la littérature [12]. Selon ces auteurs, l'efficacité de l'irrigation d'eau est le rapport de l'eau consommée dans la zone racinaire à celle appliquée.

L'efficacité de l'utilisation de l'eau varie d'une part avec les conditions climatiques et d'autre part avec l'espèce [12 - 14]. Cette demande d'eau est variable selon l'espèce et les stades phénologiques de la plante. Aussi, faudrait-il que les racines de cette plante soient performantes pour permettre l'ascension de cette eau dans la partie aérienne qui pourra favoriser sa bonne production en biomasse. Dans le but d'avoir une production satisfaisante, il faut que la culture soit dans des conditions hydriques optimales et aussi déterminer le besoin en eau de la plante. Il y a une relation entre la consommation en eau et la production de la biomasse de la plante [12]. La population rurale dans les pays tropicaux, continuent de recourir aux plantes sauvages pour l'alimentation et les soins de santé primaires. En Afrique sub-saharienne, en particulier, la majorité de ces populations utilisent la riche et diversifiée floristique de leur environnement pour la préparation des recettes médicinales, en l'occurrence *Lippia multiflora* [15 - 18]. Cette plante est également utilisée dans l'artisanat [19] et dans le cosmétique [20]. *L. multiflora* (Verbénacée), communément appelé « théier de savane » ou « thé de Gambie », est une plante dont le cycle végétatif est compris entre 4 et 6 mois et pousse spontanément dans les zones de la savane soudanienne d'Afrique occidentale et centrale [21]. Le présent travail faisant suite aux travaux susmentionnés, vise à comparer l'efficacité des deux doses d'irrigation favorables au développement du *L. multiflora* en milieu contrôlé.

## II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

### II-1. Description du site d'étude

L'étude s'est déroulée au Centre National de Floristique (CNF) au sein de l'Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, Abidjan en Côte d'Ivoire. Ce Centre est limité au Nord par le boulevard François Mitterrand et au Sud par la Faculté de Droit de l'Université Félix Houphouët Boigny. Il se trouve à l'Ouest du ravin séparant le Campus de Cocody et la Riviera Golf ; à l'Est de l'Amphithéâtre du District (ancien parking de la SOTRA). Le CNF est situé entre les longitudes Nord  $5^{\circ} 20' 9''$  et  $5^{\circ} 20' 8''$  et les latitudes Ouest  $3^{\circ} 59' 1''$  et  $3^{\circ} 59' 0''$  (**Figure 1**). Le District d'Abidjan qui abrite le CNF est située dans le secteur ombrophile du domaine guinéen caractérisé par un climat équatorial avec quatre saisons dont deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches [22]. Cette zone enregistre environ 2000 mm de précipitation par an. Les températures moyennes mensuelles dans le district d'Abidjan varient de  $24,2^{\circ}\text{C}$  en août, le mois le plus froid, à  $27,4^{\circ}\text{C}$  en mars, le mois le plus chaud [23]. La durée moyenne de l'insolation est comprise entre 110 et 219 h par jour. L'humidité relative moyenne mensuelle varie entre 78 et 87 % [23]. Le district d'Abidjan repose sur un sol qui est issu des formations sédimentaires, de type ferrallosol [23].



**Figure 1 :** Localisation du site d'étude

## II-2. Matériel végétal

Le matériel végétal est composé de graines de *L. multiflora* matures récoltées sur des plantes naturelles dans la région de Toumodi (**Figure 2**).



**Figure 2 :** Graine de *L. multiflora* (a) éclatée des capsules [11] (b) vue au microscope ( $G \times 2,9$ ) [24]

## II-3. Dispositif expérimental

Le choix du dispositif utilisé dans notre essai est le bloc complet randomisé contenant 2 sous parcelles avec trois répétitions, soit un total de 6 sous parcelles constituées de 10 pots chacune. Les sous-parcelles étaient distantes de 30 cm. Les blocs au nombre de 3 étaient séparés de 1 m. Une distance de 30 cm a été observée entre deux (2) sous-parcelles voisines afin de limiter les biais de contamination due à la proximité (**Figure 3**).

Bloc 1	D1.1	D1.6		D2.1	D2.6
	D1.2	D1.7		D2.2	D2.7
	D1.3	D1.8		D2.3	D2.8
	D1.4	D1.9		D2.4	D2.9
	D1.5	D1.10		D2.5	D2.10
Bloc 2	D2.1	D2.6		D1.1	D1.6
	D2.2	D2.7		D1.2	D1.7
	D2.3	D2.8		D1.3	D1.8
	D2.4	D2.9		D1.4	D1.9
	D2.5	D2.10		D1.5	D1.10
Bloc 3	D1.1	D1.6		D2.1	D2.6
	D1.2	D1.7		D2.2	D2.7
	D1.3	D1.8		D2.3	D2.8
	D1.4	D1.9		D2.4	D2.9
	D1.5	D1.10		D2.5	D2.10

**Figure 3 :** Schéma du dispositif expérimental

#### II-4. Mise en place des pépinières

La mise en place de l'essai à débiter par un défrichage manuel à la machette puis la construction d'un abri qui s'est faite sur une superficie de 16,5 m<sup>2</sup> (5,5 m x 3 m). L'expérimentation a débuté par la mise en place de notre pépinière qui a été fait par un jet de graine de *L. multiflora* à la volée sur du germe contenant du terreau. Ensuite, l'on a arrosé avec un jet d'eau de façon manuelle l'ensemble pendant 7 jours les soirs en continue ; puis recouvert avec de la paille selon la méthode de [11]. Après 3 jours, nous avons observé l'amorce de la germination. Les plantules ont été repiquées dans des pots de 8,5 cm de diamètre et de 14,5 cm de hauteur, contenant un mélange de 1 kg de sol de CNF et de 0,5 kg de terreau sous abri en raison d'une plante par pot. Chaque plant repiqué a reçu le même traitement d'apport d'eau (**Figure 4**).



**Figure 4 :** *Plants de Lippia multiflora dans les pots*

#### II-5. Traitements hydriques des sols sous *Lippia multiflora*

Les traitements hydriques des sols sous *Lippia* sont ceux préconisés par [11] et [25]. En effet, ces deux auteurs ont montré que les deux (02) traitements hydriques D1 (35 mL) et D2 (50 mL) étaient les plus favorables pour la croissance de *L. multiflora* avec une fréquence d'arrosage de 1 jour sur 2, pendant 1 mois (30 jours).

#### II-6. Collecte des données

Une observation destructive a été effectuée pour apprécier la partie souterraine (la longueur de la racine pivotante et le nombre des racines). Concernant la partie aérienne, une observation non destructive a été utilisée pour la mesure

du nombre de feuilles, de la croissance en hauteur et du diamètre de la tige. Pour l'estimation de la consommation en eau et l'efficacité hydrique de *L. multiflora*, la masse des feuilles, l'observation des paramètres hydrique et l'estimation de la consommation en eau et de l'efficacité hydrique ont été pris en compte.

#### ***II-6-1. Mesure de la partie aérienne de *L. multiflora* à 30 JAR***

- ***Hauteur de la plante (cm)***

La hauteur de la plante, exprimée en centimètre (cm), a été mesurée à l'aide d'un mètre ruban, en prenant le niveau sol dans le pot pour repère à chaque observation. La mesure a été faite de façon verticale, de la base du pot, au sommet de la plante.

- ***Nombre de feuilles***

Le nombre de feuilles a été déterminé par décompte. Toutes les feuilles de la plantes sont comptées.

- ***Diamètre de la tige (cm)***

Le diamètre de la tige exprimée en centimètres (cm) a été faite en prenant le pied à coulisse pour attraper la tige et la valeur s'affiche. La méthode est de serrer la tige avec l'appareil qui est gradué et lire la valeur du diamètre.

#### ***II-6-2. Mesure de la partie souterraine de *L. multiflora* à 30 JAR***

- ***Longueur de la racine pivotante (cm)***

La mesure de la longueur de la racine pivotante a été effectuée au cours des observations destructives faites sur les plants à 30 jours après le repiquage (30 JAR). Cette mesure a été faite à l'aide d'un ruban mètre ou une règle graduée (**Figure 5**).



**Figure 5 :** *Mesure de la longueur de la racine pivotante*

- **Nombre de racines**

Le plant a été déraciné et le nombre des racines (Nb.R) a été déterminé par décompte. Ce décompte tient compte de la racine principale et des premières et deuxièmes ramifications allant de celle-ci. Il a été effectué à l'aide d'une loupe.

### **II-6-3. Estimation de la consommation en eau et de l'efficience hydrique de *L. multiflora***

- **Masse des feuilles fraîches et sèches (mg)**

Le poids des feuilles fraîches exprimées en milligramme (mg), après 30 jours a été obtenu par la récolte des feuilles d'une plante pour être pesé. Après la pesée des feuilles fraîches, elles sont séchées sur un journal à la température ambiante pendant 7 jours pour être pesées constituant ainsi la matière sèche.

- **Estimation de la consommation en eau de *L. multiflora***

Après un arrosage, une première pesée est effectuée sur le pot (plante et sol) pour déterminer le poids  $P_a$ . 7 jours plus tard, justes avant le prochain arrosage, le pot et son contenu sont à nouveau pesés. Et ce dernier poids correspond à  $P_s$ . Ainsi, la différence de poids obtenue, divisée par le nombre de jours, représente l'évapotranspiration réelle (ETR), exprimée en gramme par jour. Le poids en gramme sur la surface du pot donne l'ETR en  $\text{mmj}^{-1}$ . Le pot a pour diamètre 8,5 cm, donc la surface du pot est donnée par l'Équation 1 :

$$\text{ETR} (\text{mmj}^{-1}) = ((P_a - P_s) / \text{nb.j.}) \times 0,176 \quad (1)$$

où,  $P_a$  : poids en gramme (g) du pot + la plante après arrosage ;  $P_s$  : poids en gramme (g) du pot + la plante avant arrosage à la date suivante ; nb.j. nombre de jours entre deux apports d'eau ; ETR : évapotranspiration réelle.

- **Estimation de l'efficience hydrique de *L. multiflora***

La mesure de la consommation en eau et de la biomasse de *L. multiflora* a permis de calculer l'efficience hydrique par la formule ci-après :

$$\text{EH} = \text{MS} / \text{ETR} \quad (2)$$

$\text{EH} (\text{mgj}^{-1}\text{mm})$  : efficience hydrique ;  $\text{MS} (\text{mg})$  : matière sèche ;  $\text{ETR} (\text{mmj}^{-1})$  : évapotranspiration réelle

### **II-7. Analyses statistiques des données**

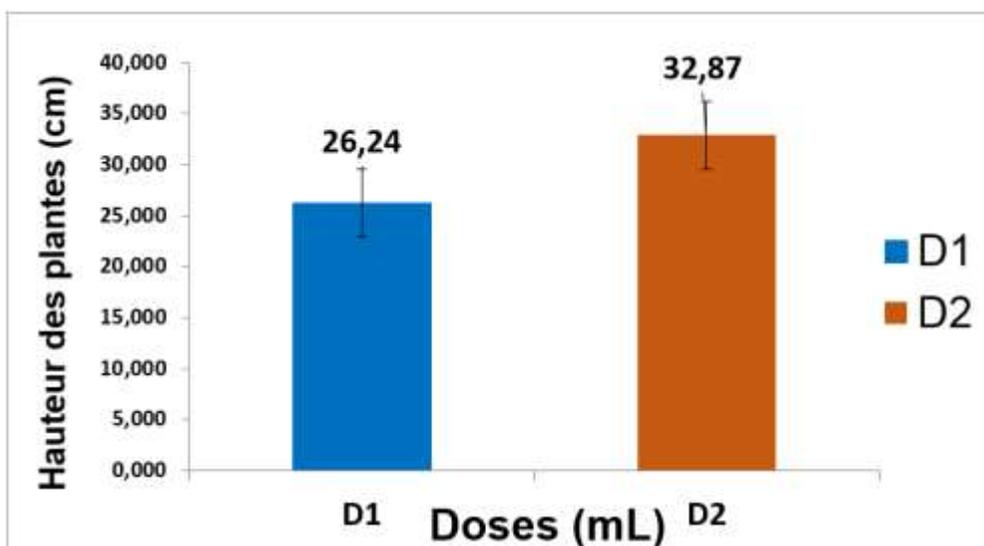
Les analyses descriptives des données ont été effectuées grâce au logiciel Excel version 2013 pour les calculs de moyenne, écart-type, coefficient de variation. Ce logiciel a servi également aux tracés des histogrammes et des courbes. Les analyses de variance (ANOVA) ont été faites grâce au logiciel R 3.6.1.

### III - RÉSULTATS

#### III-1. Effet du traitement hydrique sur les paramètres de croissance de *L. multiflora* 30 jours après repiquage

##### III-1-1. Effet sur la hauteur de la plante (cm)

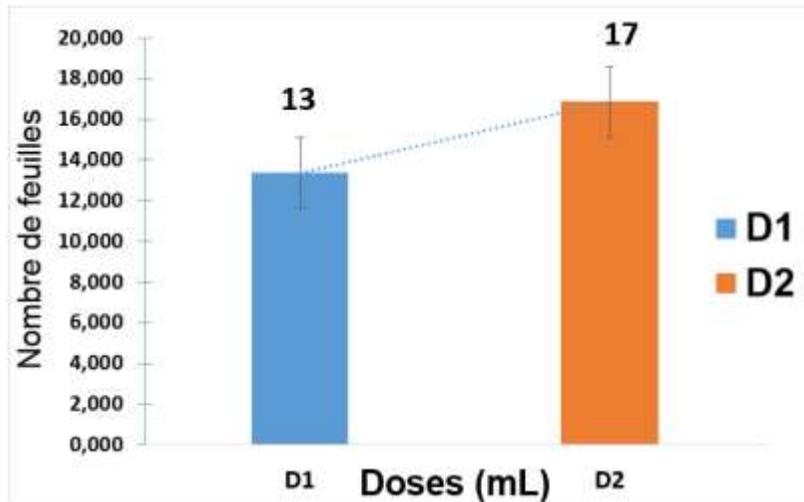
Les hauteurs les plus élevées ont été mesurées sous la dose 50 mL (D2) avec 32,86 cm, tandis que les plus faibles hauteurs l'ont été sous les doses 35 mL (D1) avec 26,24 cm, respectivement (**Figure 6**). Il y a des différences entre la hauteur aux deux doses d'irrigation. Cela montre que le traitement hydrique (dose d'eau) a eu un effet significatif sur la hauteur des plantes ( $p = 0,011$ ). Puis l'effet d'apport tous les deux jours n'est pas significatif montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les moyens des ensembles de mesures.



**Figure 6 :** Évolution de la hauteur de *L. multiflora* (cm) en fonction des doses

##### III-1-2. Effet sur le nombre de feuilles

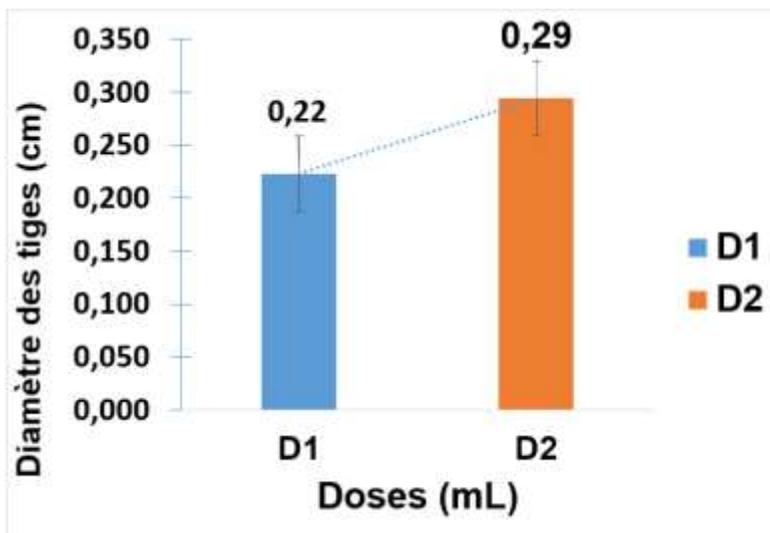
L'observation des données montre une variation en fonction de l'effet des doses d'eau apportées sur le nombre de feuilles produit par plant. L'observation des données montre des différences significatives du nombre de feuilles de *L. multiflora* sous la dose D2 (50 mL) avec 17 feuilles contre 13 feuilles pour la dose D1 (35 mL) (**Figure 7**). Il ressort de cette analyse qu'uniquement les doses d'irrigation ont significativement influencé la production des feuilles ( $p = 0,003$ ).



**Figure 7 :** Évolution du nombre de feuilles de *L. multiflora* en fonction des doses

### III-1-3. Effet sur le diamètre de la tige (cm)

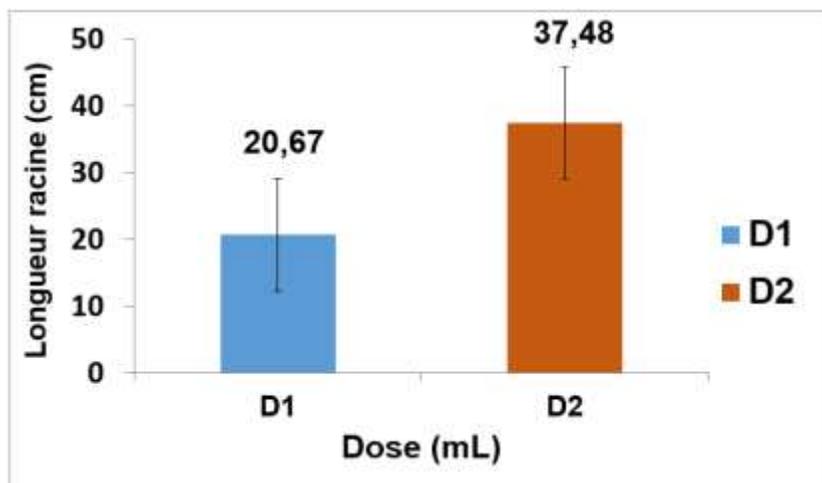
L'analyse des données nous montre une différence entre les traitements appliqués. Cette différence présente un effet significatif ( $p = 0,00$ ) sur la croissance du diamètre des tiges. La moyenne du diamètre tige varie selon les doses d'eau apportées d'où 0,22 cm pour le traitement D1 (35 mL) et 0,29 cm pour le traitement D2 (50 mL). Notons que D2 a eu des diamètres plus élevés et D1 des diamètres plus bas (**Figure 8**).



**Figure 8 :** Évolution du diamètre de la tige de *L. multiflora* (cm) en fonction des doses

#### III-1-4. Longueur de la racine pivotante (cm)

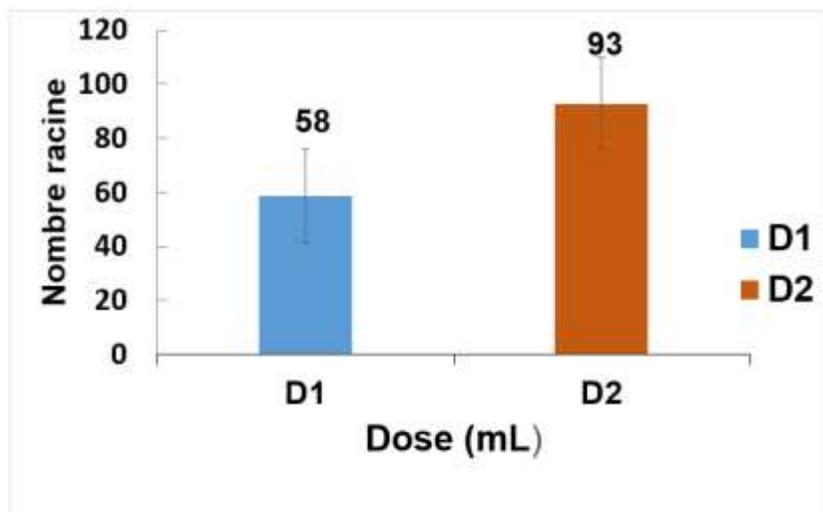
L'observation de la croissance en longueur des racines, montre que le traitement hydrique (dose d'eau) a eu un effet significatif sur la croissance en longueur des racines ( $p = 0,000$ ). Nous observons une moyenne de 20,67 cm de la longueur des racines pour le traitement avec la dose d'eau D1 (35mL). Par contre pour le traitement avec la dose d'eau D2 (50 mL), la longueur moyenne est de 37,48 cm (**Figure 9**).



**Figure 9** : Variation de la longueur de racines en fonction des traitements

#### III-1-5. Nombre de racines

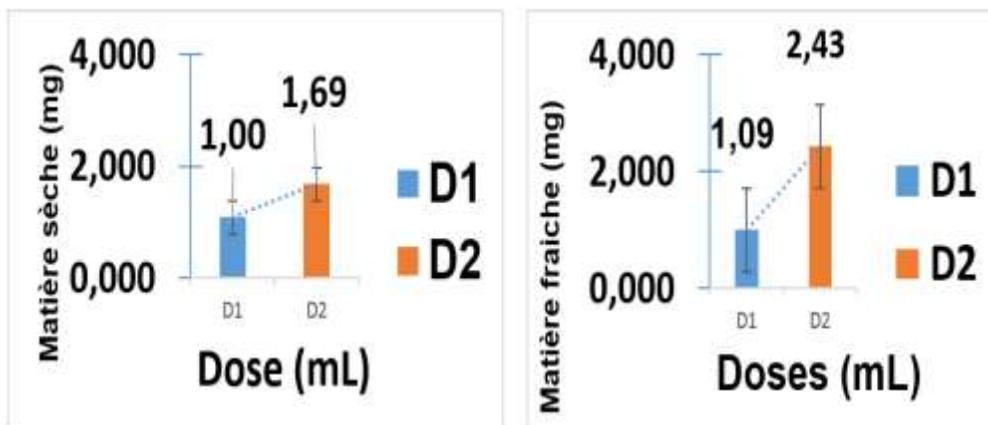
L'analyse des données montre un nombre élevé de racines au niveau des deux (02) traitements. Cette valeur est plus prononcée avec le traitement à la dose d'eau 50 mL de 93 racines qui est très hautement et significativement différent de celle observé sous la dose d'eau 35 mL de 59 racines. L'analyse statistiques de nos données montre que le traitement hydrique a eu un effet significatif sur la croissance en nombre des racines ( $p = 0,001$ ) (**Figure 10**).



**Figure 10 :** Variation du nombre de racines en fonction des traitements

### III-1-6. Effet sur les feuilles fraîche et sèche de *L. multiflora*

L'analyse des données révèle une différence entre les deux (02) traitements appliqués. Cela montre que le traitement hydrique (dose d'eau) a eu un effet significatif sur la matière fraîche ( $p = 0,01$ ) et sur la matière sèche ( $p = 0,04$ ). La moyenne de la matière fraîche est de 1,09 mg pour le traitement D1 et à 2,43 mg pour le traitement D2 (*Figure 11*) tandis que la moyenne de la matière sèche est de 1,00 mg pour le traitement D1 et à 1,69 mg pour le traitement D2 (*Figure 11*).

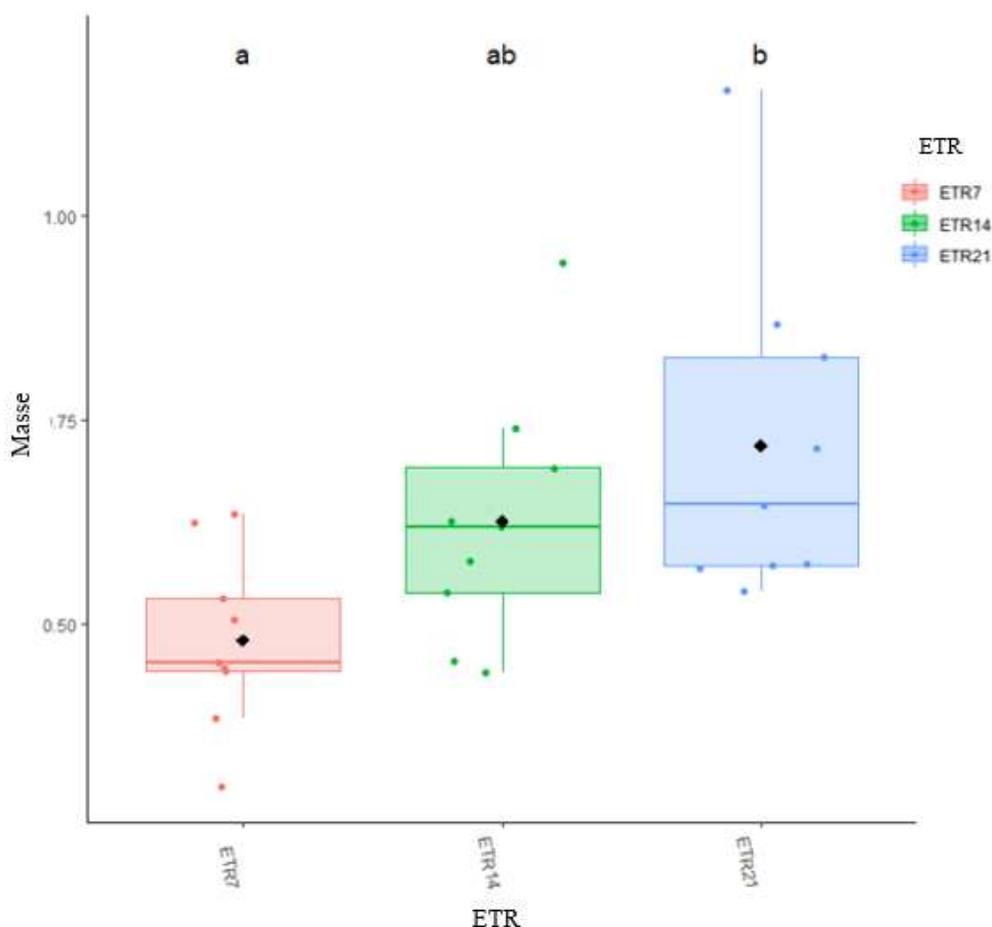


**Figure 11 :** Évolution des matières fraîches et sèche des feuilles de *L. multiflora* en fonction de l'apport d'eau par arrosage et de la fréquence de mesure

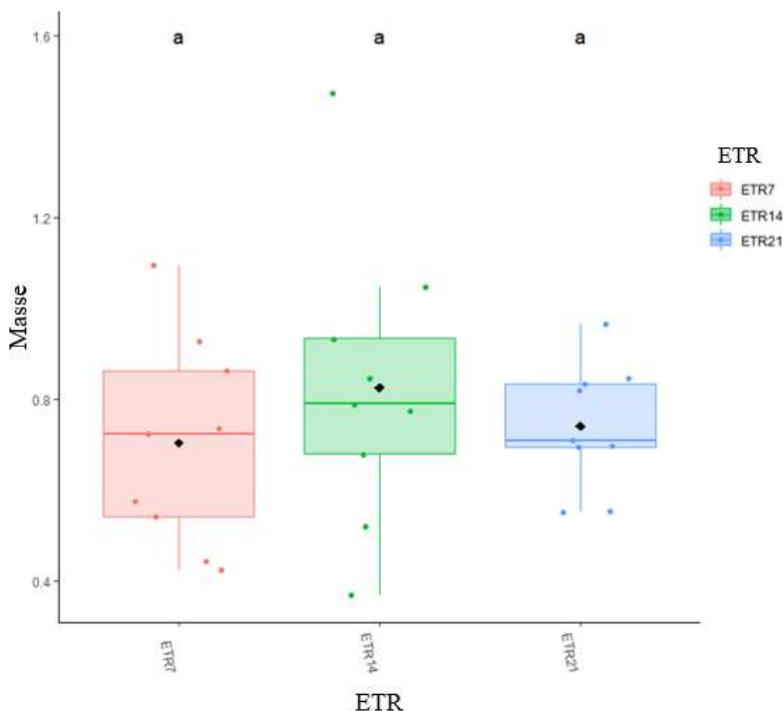
## III-2. Consommation en eau et efficacité hydrique de *L. multiflora*

### III-2-1. Consommation en eau de *L. multiflora* à 30 JAR

La détermination des besoins en eau de *L. multiflora* passe par la connaissance de la quantité d'eau perdue par la culture en condition réelle de production qu'on appelle l'évapotranspiration réelle (ETR), Evapotranspiration réelle de *L. multiflora* sous les doses et aux trois temps de mesures. Les boîtes à moustaches ont permis de visualiser l'évolution des poids des plantes dans chaque période de mesure. Les résultats indiquent que l'ETR aux trois temps de mesure, est différente pour au moins deux temps sous D1, 35 mL (**Figure 12**). À contrario, sous D2 (50 mL), l'ETR aux trois temps de mesure, est identique (**Figure 13**).



**Figure 12 :** Boîtes à moustaches (boxplots) du poids des plantes sous la dose 1 aux trois temps de mesure



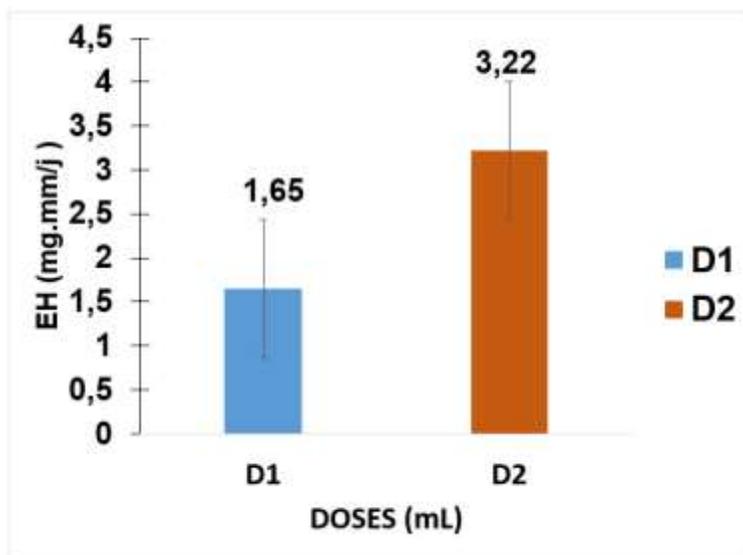
**Figure 13 :** Boîtes à moustaches (boxplots) du poids des plantes sous la dose 2 aux trois temps de mesure

**Tableau 1 :** Évolution de l'ETR par doses

Traitements	ETR du 7 au 14/08/20	ETR du 14 au 21/08/20	ETR du 21 au 28/08/20
D1	0,480	0,625	0,718
D2	0,703	0,825	0,848

### III-2-2. Efficacité hydrique à 30 JAR

La **Figure** présente l'efficacité hydrique (EH) de *L. multiflora* de 28 jours en pépinière. Cette figure met en relation les termes de l'efficacité hydrique car c'est le rapport de la matière sèche (MS) et l'ETR. L'analyse des données montre une différence entre les deux (02) traitements. L'efficacité hydrique de 1,65 mg.mmj<sup>-1</sup> du traitement D1 (35 mL) est inférieure à celle du traitement D2 (50 mL) qui est 3,22 mg.mmj<sup>-1</sup>.



**Figure 14 :** Évolution de l'efficacité hydrique selon MS et ETR de *L. multiflora*

## IV. DISCUSSION

### IV-1. Influence du traitement hydrique sur la croissance de *L. multiflora*

À la lumière de nos résultats, nous pouvons stipuler que les différents traitements appliqués sur les plants ont eu une influence sur le développement des parties aériennes et souterraines de *Lippia multiflora*. Puis les paramètres de croissance ont augmenté avec la dose de 50 mL avant de chuter avec la dose de 35 mL. Ces résultats viennent confirmer ceux de [11] montrant que ces doses 50 p.c. et 70 p.c. de la réserve utile d'un ferralsole pouvaient être considérées comme des références pour mener à bien les pépinières de *L. multiflora*. Ayant utilisé plusieurs doses, les 2 régimes étaient les meilleurs. Mais, il faut reconnaître que de ces résultats, c'est la dose de 50 mL qui favorise une croissance optimale. En effet, les différences entre la hauteur aux deux doses d'irrigation (35 mL et 50 mL) expliquent qu'au niveau de la dose de 35 mL la réduction est corrélée à une réduction du système racinaire, ceci se traduit par un accroissement de la sensibilité du déficit hydrique [26] ont montré que la corrélation négative entre l'efficacité d'utilisation de l'eau et la hauteur de plante est due au fait que les variétés naines valorisent mieux l'humidité du sol. Puis, plus la croissance en hauteur de la plante est élevée pour la dose de 50 mL, plus le nombre de feuilles est élevé pour cette dose. Cela se confirme par les travaux de [27] montrant que plus la plante évolue en hauteur plus, elle produit davantage de feuilles. Le développement en hauteur de la plante

s'accompagne de la croissance de la tige. Et nos résultats montrent que les plantes ayant reçu la dose 50 mL sont celles qui ont eu la forte croissance en hauteur et donc les tiges les plus développées. L'effet significatif sur la matière fraîche ( $p = 0,01$ ) et sur la matière sèche ( $p = 0,04$ ) traduit que la masse des feuilles est un élément essentiel pour la domestication de *L. multiflora*, car, c'est la partie de la plante la plus utilisée pour la production de la plupart des produits dérivés (huiles essentielles et tisane), selon [28]. Nos résultats montrent que la quantité d'eau dans le sol influence positivement la croissance des racines de *L. multiflora*. Plus la quantité d'eau dans le sol est élevée plus le nombre de racine est élevé. Cependant, la dose D2 (50 mL) apportée aux plantes tous les deux jours présente le nombre moyen de racines le plus abondant qui est de 93 racines. Par contre la dose D1 (35 mL) présente quant à elle le nombre moyen de racines le plus faible qui est de 59 racines. Ces résultats sont corroborés par ceux de [29] qui dans leur étude sur le blé (*Poaceae*) montrent que la densité d'enracinement est fortement affectée par le déficit hydrique, et ce d'autant plus que cette densité est élevée en conditions d'alimentation hydrique normale. Ce qui signifie que Le nombre de racine croit alors en fonction du volume d'eau présent dans le sol. Il faut noter que la multiplication du nombre de racines est accompagnée par la croissance en longueur de ces racines. En effet, nos résultats montrent que plus le nombre de racines croit, plus celles-ci croissent en longueur. Ce résultat est en conformité avec ceux de [30] qui dans son étude sur les tournesols (*Asteraceae*) affirme qu'en condition de stress hydrique il y a une diminution du nombre de racines et de leur longueur. L'eau étant le moteur de la plante, toutes les fois qu'elle est bien fournie, son développement est aisé. Alors nous pouvons affirmer que nos résultats présentent un bon épanouissement de *L. multiflora*. Cependant, l'utilisation de l'eau par la plante varie selon l'espèce et même la variété, le milieu, le sol, la saison et le stade de développement. Pour la culture de gombo (*malvaceae*) pourrait subir un stress hydrique modéré et donner un bon rendement car l'état modéré serait négligeable pour la plante et cela permettrait une économie en eau [31].

#### **IV-2. Consommation en eau et efficience hydrique de *L. multiflora***

À l'aide des boîtes à moustaches, les résultats indiquent que l'ETR de la plante *L. multiflora* varie en fonction du temps et des doses. L'ETR aux trois temps de mesure, est différente pour au moins deux temps sous D1 (35 mL). À contrario, sous D2 (50 mL), l'ETR aux trois temps de mesure, est identique. Puis la dose D2 (50 mL) a eu les ETR plus élevées durant les trois (3) temps de mesure. Ces résultats sont en accord avec [11] qui montrent que l'évapotranspiration réelle (ETR) des plantes de *L. multiflora* en pépinière issues de graines a été faible et peu variable, sous la dose d'irrigation  $I_1$  (10 mL), pendant les 3 mois de suivi et que les plus grandes doses  $I_3$  (35 mL),

I<sub>4</sub> (50 mL) et I<sub>5</sub> (70 mL) ont eu les ETR les plus élevées. En effet, la dose élevée (50 mL) a permis une plus grande évapotranspiration quand l'énergie disponible a été forte. Par contre, la dose faible d'eau (35 mL) a permis une faible évapotranspiration lorsque l'énergie est faible. Ces résultats viennent confirmer les travaux de [11] qui a montré qu'en effet, sur cinq (05) régimes d'eau apporté aux pépinières (10, 20, 35, 50 et 70 mL) qui correspondaient à 15, 30, 50, 70 et 100 p.c. de la réserve utile sur un ferralsol, seules deux (02) doses d'eau (35 et 50 mL) ont favorisé une croissance et développement optimal de *L. multiflora*. Ces doses constituent donc des références pour la culture de cette plante. Les valeurs en deçà (10 et 20 ml), des valeurs seuils induisent l'assèchement des plantes tandis que celle au-delà, (70 mL) est parue asphyxiante, entraînant un pourrissement des racines. Ces doses d'eau ont permis à la plante d'avoir une évolution homogène de tous les paramètres de croissance, et l'évapotranspiration maximale (ETM). En effet, les doses d'eau 35 mL et 50 mL, sont des niveaux d'eau qui encadrent la réserve facilement utilisable (RFU), dont les plantes s'acquièrent pour leur croissance. Durant les trois (3) temps de mesure, les pépinières ont été en phase végétative et leur besoin en eau a été délicat et variable. La notion de l'efficacité d'utilisation de l'eau est abordée dans la littérature sous plusieurs modèles [32]. Elle est variable dans le temps et dans l'espace et dépend des types de culture, des conditions édaphiques et les pratiques culturales incluant la fertilisation et les conditions climatiques [33]. L'efficacité hydrique (EH) étant le rapport de la matière sèche (MS) et l'ETR. L'étude met en exergue une efficacité hydrique de 1,65 (D1) inférieure à celle sous D2 (3,22). [34] notent que la diminution de la teneur relative en eau est plus rapide chez les variétés sensibles que chez les variétés résistantes. Quand la plante a suffisamment de l'eau pour sa survie, l'efficacité hydrique est élevée. C'est ce qui est corroboré par nos résultats. Les travaux de [35] sur l'efficacité hydrique d'un couvert de manioc ont montré que l'EH était compris entre 1 g.kg<sup>-1</sup> dans les conditions de stress et 8 g.kg<sup>-1</sup> d'eau pour une bonne humidité et confirment donc nos résultats. L'efficacité de l'utilisation de l'eau du sol, accroît la productivité de la biomasse par unité d'eau utilisée et améliore la conversion de la biomasse végétative en rendement économique [36].

## V - CONCLUSION

L'étude sur l'évaluation de l'efficacité hydrique de *L. multiflora* avait pour objectif d'évaluer l'efficacité hydrique de *L. multiflora* pour une production optimale sur le sol d'Abidjan à 30 JAR. Cette étude menée au Centre National de Floristique de l'université Felix Houphouët Boigny a contribué à une connaissance sur les paramètres de *L. multiflora* face au traitement hydrique. Concernant la détermination de l'efficacité hydrique de *L. multiflora* dans ce sol, nous pouvons dire que la quantité d'eau disponible pour la plante dans ce

sol a un impact sur le développement des différents paramètres souterrains (racines). En effet, pendant notre étude, nous avons pu constater que des 2 doses d'eau de référence, c'est le D2 (50 mL) qui a une bonne croissance optimale. Cette quantité d'eau dans le sol favorise le développement en longueur, en nombre et en volume des paramètres observés. Ceci nous permet d'affirmer que nos hypothèses sont vérifiées, à savoir :

- ✓ L'alimentation hydrique influence la croissance de *L. multiflora*,
- ✓ la dose d'eau dans le sol agit sur l'efficacité hydrique de la plante.

Les caractéristiques de croissance des paramètres souterrains ont montré que les plus forts taux de croissance ont été observés avec la plus grande dose d'eau (D2 = 50 mL) à la fréquence d'apport d'eau tous les deux jours. Par contre les plus faibles doses d'eau (D1 = 35 mL) ont donné les taux de croissance les plus faibles. Ce développement des paramètres souterrains influencés par la quantité d'eau dans le sol a eu une répercussion sur la croissance des parties aériennes de *L. multiflora*. La croissance des parties aériennes évoluait dans le même ordre de croissance que les parties souterraines sous l'influence de la quantité d'eau dans le sol disponible pour la plante. Nous pouvons donc dire que *L. multiflora* est une plante qui a besoin d'une quantité optimale d'eau dans son environnement pour qu'elle puisse donner de meilleurs rendements.

## RÉFÉRENCES

- [1] - P. CRUZAT, La circulation de l'eau dans les plantes. PMH, *revue Horticole*, (1995) 17 - 23 p.
- [2] - A. SKHIRI, Les bases de l'irrigation, Calcul des besoins en eau, Editions universitaires européennes, (2017) 106 p.
- [3] - F. LATRECHE, Le rendement et l'efficacité d'utilisation de l'eau de la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous les effets du précédent cultural et de l'outil de labour du sol en environnement semi-aride. Mémoire de Magister en Production Végétale, Univ. Ferhat Abbas- Sétif Algérie, (2011) 119 p.
- [4] - A. FRIJA, A. CHEBIL, S. SPEELMAN, J. BUYSSE & G. VAN HUYLENBROECK, Water use and technical efficiencies in horticultural greenhouses in Tunisia. *Agricultural Water Management*, 96 (11) (2009) 1509 - 1516
- [5] - S. BHOURI KHILA, B. DOUH, A. MGUIDICHE, A. BOUJELBEN, Efficacité d'utilisation de l'eau de la culture de blé dur en conditions pluviales et irriguées en Tunisie *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N°27 (2016) 137 - 152 p.

- [6] - A. OULMANE, Gestion de l'eau d'irrigation en Algérie : d'une politique de l'offre vers une politique de gestion de la demande, Thèse de Doctorat, Economie rurale et agroalimentaire, Algérie, (2018) 200 p.
- [7] - J-C. DESWARTE, Céréales à paille, Améliorer l'efficacité en eau des plantes : un des leviers face à la sécheresse, ARVALIS-Institut du végétal, (2011) 3 p.
- [8] - A. CHEBIL, W. BAHRI, et A. FRIJA, Mesure et déterminants de l'efficacité d'usage de l'eau d'irrigation dans la production du blé dur : cas de Chabika (Tunisie), *New Medit*, 1 (2013) 49 - 55
- [9] - A. SABRI, A. BOUAZIZ, A. HAMMANI<sup>2</sup>, M. KUPER, A. DOUAÏK<sup>1</sup>, M. BADRAOUI, Effet de l'irrigation déficitaire contrôlée sur la productivité et l'efficacité d'utilisation de l'eau du palmier dattier cv Majhoul, *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 5 (1) (2017) 23 - 31
- [10] - M-P. HIEN, Y. R. N'GUETTIA, B. KONE, B. T. J. GALA et A. YAO-KOUAME, Alimentation hydrique de *Lippia multiflora* en pépinières issues de graines. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, (IJIAS), Vol. 9, N° 1 (2014) 125 - 131
- [11] - 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.
- [12] - D. KAMBOU, D. XANTHOULIS, K. OUATTARA et A. DEGRE, Concepts d'efficacité et de productivité de l'eau (synthèse bibliographique) *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 18 (1) (2014) 108 - 120
- [13] - G. D. FARQUHAR, M. H. O'LEARY and A. BERRY, On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves *Australian Journal of Plant Physiology*, 9 (1982) 121 - 137
- [14] - J. CORMIER, Gestion optimisée de l'irrigation du fraisier à jours neutres, Mémoire de Maîtrise en génie agroalimentaire, (2015) 72 p.
- [15] - A. TIENDREBEOGO, I. OUEDRAOGO, S. BONZI, A. I. KASSANKOGNO, Etude de l'activité antifongique d'extraits de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stap, *Eclipta alba* L., *Lippia multiflora* M. et *Agave sisalana* P. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11 (3) (2017) 1202 - 1211
- [16] - 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

- [17] - 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
- [18] - N. SAMBA, R. AITFELLA-LAHLOU, 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
- [19] - 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
- [20] - J. A. ATANASSO, F. J. CHADARE, E. A. PADONOU, E. AHOANSINKPO1, K. KOURA, T. HOUEHANOU1, A. E. ASSOGBADJO, R. GLELE KAKAÏ, 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
- [21] - A. A. ABENA, A.W ETOU OSSIBI, T. GOULALLY, A. N. OKEMY, J. M. OUAMBA, Etude monographique de *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae). *Phytothérapie*, 15 (1) (2017) 27 - 32
- [22] - A. M. KOUASSI, R. A-K NASSA, K. B. YAO, K. F. KOUAME and J. BIEMI, Modélisation statistique des pluies maximales annuelles dans le district d'Abidjan (sud de la Côte d'Ivoire) *Revue des sciences de l'eau*, 31 (2) (2018) 147 - 160
- [23] - M. KABLAN, Vulnérabilité et adaptation des populations urbaines aux effets des variations climatiques (température et pluviométrie) : analyse de la situation dans la commune de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat, Univ. Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, (2016) 242 p.
- [24] - 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
- [25] - N. P. ALEPI, Effet du stress hydrique sur les caractéristiques d'enracinement de *Lippia multiflora* à Abidjan au sud de la Côte d'Ivoire, Mémoire de Master en Pédologie, Univ. FHB, (2019) 48 p.
- [26] - K. H. M. SIDDIQUE, E. J. M. KIRBY et M. W. PERRY, Ear stem ratio in old and modern wheat varieties : Relationship with improvement in number of grains per ear and yield *Field Crops Research*, 21 (1989) 59 - 78
- [27] - K. E. KOUAKOU, Caractérisation physico-chimique et aptitude à la culture de *Lippia multiflora moldenke* (verbenaceae) des sols des sites

- expérimentaux d'Azaguié (zone de forêt) et de Blé (zone de savane) en côte d'Ivoire Mémoire de Master en Sciences de la Nature de l'Université Nangui Abrogoua, Abidjan, (2013) 61 p.
- [28] - K. A. ALUI, Occurrence et multiplication de *Lippia multiflora* (Verbenaceae) sur Ferralsols (sols ferrallitiques) de la région savanicole du Bélier (Yamoussoukro et Tiébissou) en moyenne Côte d'Ivoire Thèse de doctorat de Pédologie. UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières. Université de Félix Houphouët Boigny Abidjan-Cocody. Côte d'Ivoire, (2013) 267 p.
- [29] - D. G. R. BOURRICHE, Etude de caractères racinaires et morpho-phénologiques de quelques variétés d'orge (*Hordeum vulgare* L.) sous stress hydrique, Mémoire de Master en Biologie et Physiologie de la Reproduction, Univ. Des Frères Mentouri Constantine, (2020) 75 p.
- [30] - 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
- [31] - M. AZIADEKEY, K. ODAH et A. ATAYI, Effet de différentes modalités de stress hydrique sur la production et la teneur en éléments minéraux du gombo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (4) (2013) 1515 - 1523
- [32] - K. NADJEM, Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride, Mémoire de Magister en Production Végétale et Agriculture de Conservation, Université Ferhat Abbas Sétif, (2012) 76 - 78 p.
- [33] - J. L. HATFIELD, T. J. SAUER et J. H. PRUEGER, Managing soils to achieve greater water use efficiency : a review. *Agronomy J.*, 93 (March/April (2)) (2001) 271 - 280
- [34] - T. SCOFIELD, J. EVANS, M. G. COOK et I. F. WARDLOW, Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Australian Journal of Plant physiology*, 4 (1988) 785 - 797
- [35] - N. R. YAO, B. GOUE et B. ZELLER, Consommation en eau et efficacité hydrique d'une culture de manioc dans le sud de la Côte d'Ivoire *L'Agronomie Tropicale* (1990) 27 p.
- [36] - L. KRISHNAMURTHY, V. VADEZ, M. J. DEVI. R. SERRAJ, S. N. NIGAM, M. S. SHESHSHYEE, S. CHANDRA, R. ARUNA, Variation in transpiration efficiency and its related traits in a groundnut (*Arachis hypogaea* L.) mapping population Field, *Crops Research*, 103 (2007) 187 - 197