

Croissance comparative de *Azolla Caroliniana* et *Azolla Filiculoides* sous l'influence d'un fertilisant biologique: Filtrat de la fiente de poulet (Daloa, Côte d'Ivoire)

[Comparative growth of *Azolla caroliniana* and *Azolla filiculoides* under the influence of a fertilizing biological: Filtrate of the chicken droppings (Daloa, Côte d'Ivoire)]

Kouame Kouassi Thiégba¹, SANGNE Yao Charles¹, Grogga Noël¹⁻², and Kouadio Yatty¹

¹Université Jean Lorougnon Guède, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'amélioration de la production agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique (LEBA), Université Nangui Abrogoua UNA, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of this survey is to contribute to the promotion and the production of the *Azolla* fern while increasing his/her/its quantity and his/her/its quality in the ecological conditions with the available and renewable matter to meet the expectation of the users. To achieve this work, the droppings of chicken have been appropriated and conditioned as filtrate to act as nourishing element to the culture of *Azolla filiculoides* and *Azolla caroliniana*. The gotten filtrate is constituted of primary nourishing elements (NO_3^- (34gm/L), NH_4^+ (5,99gm/L), PO_4^{3-} (265gm/L) and 1227,22gm/L of K), of secondary nourishing elements (47,57gm/L of Ca, 28,35gm/L of Mg, 218,36gm/L of Na and 720,10gm/L of SO_4^{2-}) and of trace elements (0,56gm/L of Cu, 11,69gm/L of Fe and 1,18gm/L of Mn.). Then, the *Azolla* ferns have been harvested after 15, then weighed 23 and 29 days and dried to the shade during five days before being analyzed. The results show that the production of *Azolla filiculoides* and *Azolla caroliniana* is influenced by the length of culture because the production harvested after 15 days is different from the one gotten after 23 and 29 days, for each of the *Azollas*, but 23 days are revealed the interesting culture length for his/her/its harvest. To 23 days, the harvested middle quantity is of 6737,03g for *Azolla caroliniana* and 6754,45g for *Azolla filiculoides*. The middle length of their root is identical, about 2 cm. However, the analysis of the physico-chemical composition of *Azolla caroliniana* proves to be better than the one of *Azolla* cultivated *filiculoides* with the same filtrate and in the same conditions.

KEYWORDS: *Azolla caroliniana*, *Azolla filiculoides*, Filtrate.

RESUME: L'objectif de cette étude est de contribuer à la promotion et à la production de la fougère *Azolla* en augmentant sa quantité et sa qualité dans les conditions écologiques avec de la matière disponible et renouvelable pour répondre à l'attente des utilisateurs. Pour réaliser ce travail, de la fiente de poulet a été prélevée et conditionnée sous forme de filtrat pour servir d'élément nutritif à la culture d'*Azolla filiculoides* et d'*Azolla caroliniana*. Le filtrat obtenu est constitué d'éléments nutritifs primaires (NO_3^- (34gm/L), NH_4^+ (5,99gm/L), PO_4^{3-} (265gm/L) et 1227,22gm/L de K), d'éléments nutritifs secondaires (47,57gm/L de Ca, 28,35gm/L de Mg, 218,36gm/L de Na et 720,10gm/L de SO_4^{2-}) et d'Oligo-éléments (0,56gm/L de Cu, 11,69gm/L de Fe et 1,18gm/L de Mn). Ensuite, les fougères *Azolla* ont été récoltées après 15, 23 et 29 jours puis pesées et séchées à l'ombre pendant cinq jours avant d'être analysées. Les résultats montrent que la production de *Azolla filiculoides* et *Azolla caroliniana* est influencée par la durée de culture car la production récoltée après 15 jours est différente de celle obtenue après 23 et 29 jours, pour chacune des *Azolla*, mais 23 jours se révèle la durée de culture intéressante pour sa récolte. A 23 jours, la quantité moyenne récoltée est de 6737,03g pour *Azolla caroliniana* et 6754,45g pour *Azolla filiculoides*. La longueur moyenne de leur racine est identique, environ 2 cm. Cependant, l'analyse de la composition physico-chimique d'*Azolla caroliniana* se révèle meilleure que celle d'*Azolla filiculoides* cultivée avec le même filtrat et dans les mêmes conditions.

MOTS-CLEFS: Croissance, fertilisant, *Azolla*, Filtrat, Daloa.

1 INTRODUCTION

Environ 1,3 milliard de personnes à travers le monde vivent sous le seuil de la pauvreté absolue. La majorité d'entre elles habite les zones rurales (environ 70%) et pratique l'agriculture ou l'élevage [1]. Cette agriculture est relativement plus pratiquée dans les zones suburbaines, de manière générale autour des villes. Elle se réalise sur des plates-bandes ou des planches de 10 à 15 m² et constitue une source appréciable de revenu pour de nombreux petits cultivateurs, principalement des femmes, permettant ainsi à la plupart des ménages de survivre.

Le manque de vision à long terme et la mauvaise gestion des aires agricoles menacent la sécurité alimentaire. Cette insécurité est liée à une faible productivité des cultures, induite par une faible fertilisation des sols [2]. Le faible rendement est le résultat d'un sol pauvre, en particulier de l'azote et du coût élevé des engrais chimiques. Alors qu'il apparaît nécessaire de maintenir une production agricole suffisante pour répondre aux besoins futurs, il est maintenant admis que le modèle proposé jusqu'à présent reposant sur l'utilisation massive de fertilisants chimique, menace l'équilibre du cycle des nutriments et n'est pas une stratégie durable. Cette situation a fait émerger un nouveau paradigme correspondant à l'intensification de la production agricole tout en diminuant l'apport de fertilisants chimique [3]. De même, ces fertilisants chimiques sur le marché sont onéreux et ne sont pas à la portée du monde agricole. Le coût élevé de ces engrais couplés à leur faible accessibilité constitue un facteur limitant en culture maraichère [4].

De nombreuses expérimentations de longue durée ont montré que l'utilisation des biofertilisants tels que *Azolla* augmenterait la vigueur des plantes, améliorerait la croissance, le rendement et la qualité du fruit [5]. Ces *Azolla* développent avec les cyanobactéries une symbiose traduisant une importance écologique ou agronomique [6]. En apportant de l'azote aux rizières, *Azolla* utilisée en culture irriguée pour limiter le développement de mauvaises herbes et enrichir les sols en matières organiques rendant plus disponible le phosphore nécessaire aux plantes [7]. Sa composition en acide aminé essentielle (la lysine) est favorable pour la nutrition des animaux et peut être un supplément de protéine précieux pour beaucoup d'espèces y compris les ruminants, la volaille, les cochons et les poissons [8], [9], [10] et [11]. Cependant, au regard de ses qualités comme aliment ou fertilisant, la production d'*Azolla* est en baisse depuis les années 1980. L'une des raisons de la chute de cette production en Chine et au Vietnam est la rareté de l'espace appropriée à sa culture, traduisant ainsi son développement en deçà des attentes initiales [12]. En Afrique, cette baisse serait due d'une part à un manque de connaissance des propriétés ou de l'importance de *Azolla* et d'autre part à la non maîtrise de sa production en quantité, qualité et à moindre coût. En vue de contribuer à la promotion et à la production de cette fougère, cette étude a été menée dans l'objectif d'augmenter la quantité et la qualité de *Azolla* dans les conditions écologiques avec de la matière disponible et renouvelable pour répondre à l'attente des utilisateurs.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU D'ÉTUDE

L'étude a été conduite sur le site expérimental de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa en Côte d'Ivoire. Daloa est une ville du Centre-ouest du pays, située entre 6°54' longitude Nord et 6°26' longitude Ouest (Fig. 1). Ce site bénéficie d'un climat tropical humide. On y distingue quatre types de saisons: une grande saison des pluies d'avril à mi-juillet, une petite saison sèche de mi-juillet à mi-septembre, une petite saison des pluies de mi-septembre à novembre et une grande saison sèche de décembre à mars [13]. Les températures moyennes annuelles oscillent entre de 24,65 et 27,75 °C. La pluviométrie annuelle qui était de 1868,5 mm en 1968, est passée à 1200 mm d'eau en 2008 soit une baisse de 40 % [14]. Le sol rencontré est de type ferrallitique fortement ou moyennement altérés [15]. La végétation appartient au secteur ombrophile du domaine guinéen caractérisé par la forêt dense humide à évolution régressive. Cette évolution régressive est due aux pratiques culturales extensives et aux exploitations non contrôlées des essences forestières qui ont notamment fait reculer les limites de cette forêt [16].

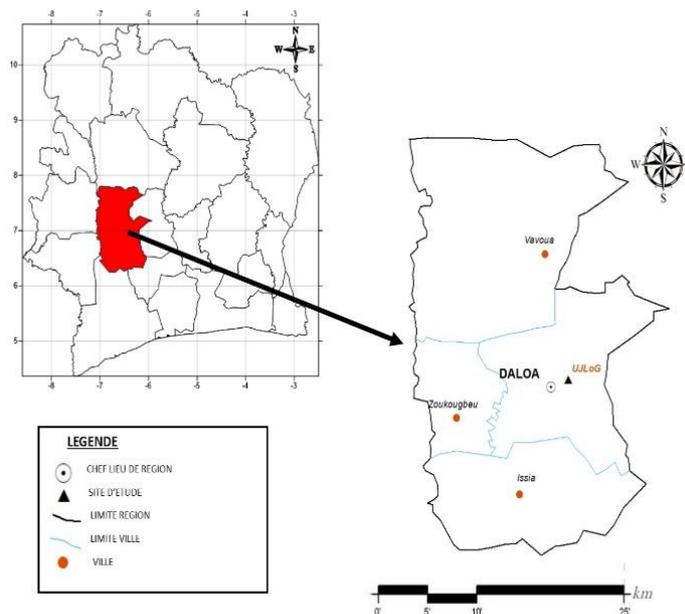


Fig. 1. Carte de la zone de l'étude

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les fougères utilisées pendant l'étude sont: *Azolla caroliniana* et *Azolla filiculoides*. La fougère de Caroline (*Azolla caroliniana*), est une petite fougère aquatique, flottante, pouvant se fixer sur la vase. La tige porte deux rangées de feuilles de petite taille, en forme d'écaille de 5 à 7mm. Les feuilles qui se recouvrent partiellement sont translucides et gris-blanc immergées, vert pâle avec une marge rosée à l'air libre. La face inférieure présente de fins poils papillaires et de longs rhizoïdes filiformes [17]. *Azolla filiculoides* est une petite fougère aquatique, flottante, pouvant se fixer sur la vase originaire des zones tempérées chaudes et tropicales. Elle est constituée d'une tige principale croissant à la surface de l'eau avec des feuilles alternes ainsi que des racines adventives se formant à intervalle réguliers. A l'aisselle de certaines feuilles, se développent des tiges secondaires ayant les mêmes caractéristiques que la tige principale. Elles portent à leur tour les tiges de troisième ordre (Fig. 3).



Fig. 2. *Azolla caroliniana*



Fig. 3. *Azolla filiculoides*

2.3 METHODES

2.3.1 PRÉPARATION DU SITE EXPÉRIMENTAL

La mise en culture de ces 2 espèces d'*Azolla* (*A. filiculoides* et *A. caroliniana*) a été réalisée dans six bacs de 1 m² de surface et de 30 cm de profondeur confectionnés à l'aide de planches et de contre plaqués puis recouverts de sachet plastique de couleur bleu [18] (Fig. 4). Un espace d'une superficie de 10 m² a été aménagé pour accueillir ces bacs. Les bacs ont été surélevés par des supports en occurrence les briques afin d'éviter d'éventuelles attaques de termites et de rongeurs.



Fig. 4. Bacs de culture

2.3.2 PRÉPARATION DU FILTRAT DE FIENTE DE POULET

La fiente de poulet provient d'une ferme avicole située au sein de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa. Le prélèvement de la fiente de poulet s'est fait dans des sacs de 120 kg. Une quantité de 1 kg de cette fiente prélevée est mise dans un pot de 5 litres à laquelle 3 litres d'eau ordinaire (eau de robinet de la société de distribution d'eau de Côte d'Ivoire) a été apportée. Le contenu ainsi obtenu, a été laissé au repos durant un jour pour être filtrer ensuite avec un filet de maille 0.2 cm (Fig. 5). Le liquide ainsi obtenu est le filtrat de la fiente de poulet [19].



Fig. 5. Extraction du filtrat liquide de la fiente de poulet

2.3.3 PRÉPARATION DU MILIEU DE CULTURE

Avant la mise en culture, il a été donc nécessaire de déterminer la composition en éléments nutritifs de la fiente de poulet afin d'évaluer la quantité de chaque fertilisant à apporter aux différents bacs. Le milieu de culture réalisé dans chacun des bacs, a contenu un volume de 75 litres d'eau ordinaire et cinq litres du filtrat de la fiente de poulet. A ces éléments, une quantité de 100 g du matériel végétal (*Azolla caroliniana* ou *Azolla filiculoides*) frais a été associée. Chaque bac a été protégé par un filet pour éviter que les grenouilles viennent déposer leurs œufs. Trois bacs ont été utilisés pour chacune espèce de *Azolla*. Après

un délai de Quinze (15), vingt-trois (23) et vingt-neuf (29) jours après ensemencement, des récoltes d'*Azolla* ont été faites dans les différents milieux de culture pour des pesées [19].

2.3.4 ÉVALUATION DE LA PRODUCTION

Les données collectées au cours de cette étude portent sur la composition chimique du filtrat préparé, la masse de la fougère *Azolla* récoltée et sa composition chimique. Le filtrat de la fiente de poulet et *Azolla* ont été envoyés au laboratoire (LANADA et au CRO) pour être analysé. Concernant la masse d'*Azolla*, des récoltes de la totalité de chaque espèce se sont effectuées après 15, 23 et 29 jours de culture dans les différents bacs. Avant chacune des pesées, une exposition à l'ombre pendant 1/4 heure a été opérée pour chaque récolte en vue de l'élimination de l'eau contenue dans le matériel végétal. La pesée a été réalisée à l'aide d'une balance électronique de marque APX-1502 et de précision 0,01 g. Les productions exprimées en g/m² à la fin de 15, 23 et 29 jours ont été calculées suivant la formule suivante:

$$P_i = \frac{M}{S} \quad (1)$$

P_i étant la production exprimée en g / m², M la masse totale d'*Azolla* récoltés par bac, en gramme et S la surface de culture en m².

2.3.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les données collectées ont été saisies sur le tableur Excel 2007 puis les quantités d'*Azolla* produites par période ont été calculées pour chaque espèce. Les données des différents poids ainsi obtenues ont été soumises à une analyse de la variance (ANOVA) à un critère de classification (poids) grâce au logiciel STATICA version 7.1 et PAST version 2.17c. Les différentes moyennes ont été classées grâce au test de Student Newman-Keuls (SNK) utilisant la procédure GLM.

3 RESULTATS

3.1 ORGANIGRAMME SIMPLIFIÉ DE PRODUCTION DU FILTRAT

Ce diagramme présente les différentes étapes suivies d'une manière simple dans la production du filtrat de fiente de poulet. Il présente trois (3) grandes étapes pour l'obtention du filtrat qui sont:

- 1- Prélèvement de la fiente de poulet;
- 2- Mélange de 1 kg de fiente de poulet + eau ordinaire dans des pots de 5 litres;
- 3- Filtrage du mélange au filet de 0.2 cm de diamètre.

Les différentes étapes suivies dans cet organigramme, permettent la libération des différents éléments nutritifs contenus dans la fiente. L'eau, va dissoudre les minéraux que contient la fiente en 24 heures qui sera ensuite filtré pour obtenir le filtrat. Ce filtrat sera utilisé comme d'élément nutritif pour la croissance d'*Azolla* car les minéraux sont facilement utilisables par la plante (Fig. 6).

3.2 DÉTERMINATION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DANS LE FILTRAT DE LA FIENTE DE POULET

La fumure d'origine animale utilisée est constituée de fiente de poulet (Fig. 6). Les valeurs de la teneur en éléments nutritifs de la fiente de poulet utilisée sont consignées dans le tableau I. La composition d'échantillons en matière organique, en azote, en carbone organique, en phosphore et en potassium a été déterminée au Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA). La présence des éléments primaires des engrais dans le filtrat de la fiente de poulet, est très marquée. Ces éléments jouent un rôle majeur dans le développement des cultures agricoles. Ce sont les composantes de l'Azote (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), le Phosphore (PO_4^{3-}) et le Potassium (K). Les résultats de l'analyse du filtrat de fiente montrent également qu'il contient assez de minéraux primaires des engrais tels que NO_3^- (30 mg/L), K (1227,22 mg/L), et PO_4^{3-} (265.0 mg/L) en quantités variables. De plus, les nutriments secondaires tels que le Calcium (Ca), le Magnésium (Mg), le Sodium (Na), le Soufre (S) et des Oligo-éléments comprenant le Cuivre (Cu), le Fer (Fe) et le Manganèse (Mn) sont aussi observés (Tableau I).

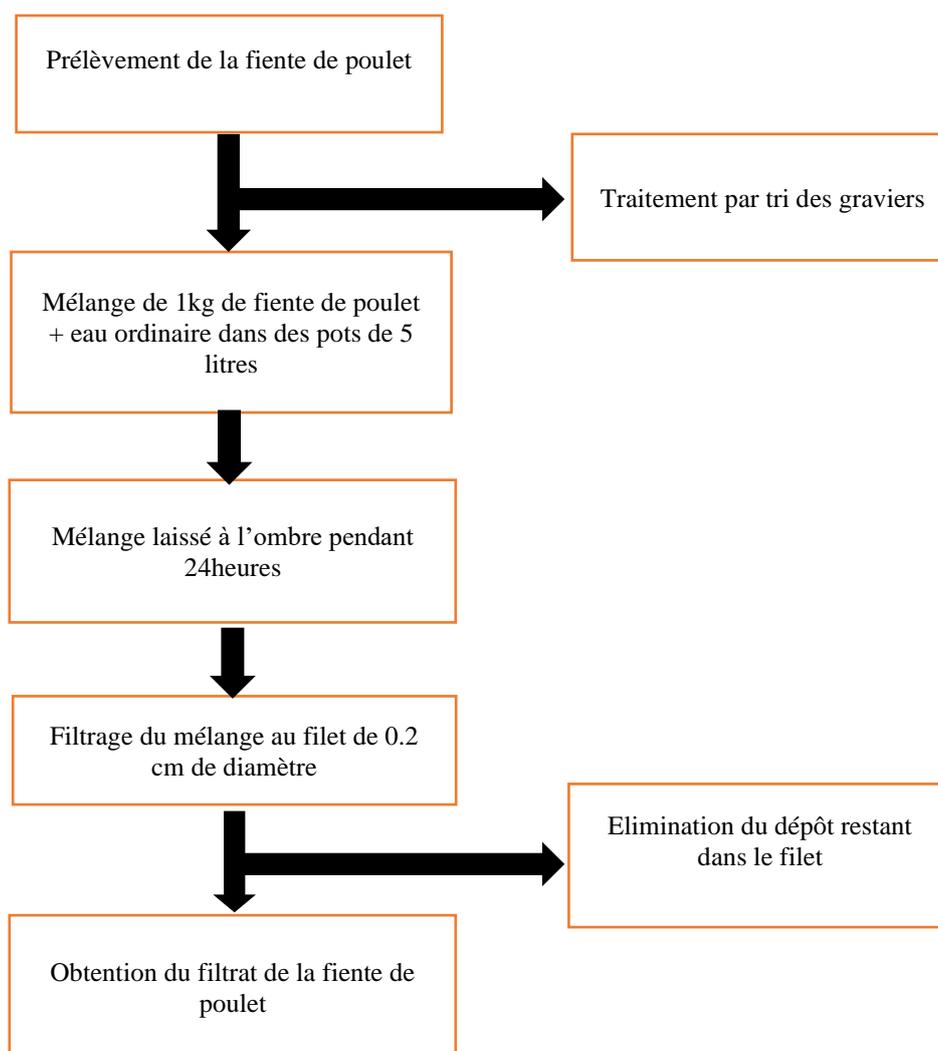


Fig. 6. Organigramme simplifié de production du filtrat de fiente de poulet

Tableau 1. Teneur en éléments nutritifs du filtrat de la fiente de poulet utilisée

ELEMENTS NUTRITIVES	VALEURS
SO_4^{2-} (mg /L)	720.1
NO_3^- (mg /L)	34
NO_2^- (mg /L)	1.08
NH_4^+ (mg /L)	5.99
PO_4^{3-} (mg /L)	265.0
Ca (mg /L)	47,57
Cu (mg /L)	0,56
Fe (mg /L)	11,69
K (mg /L)	1227,22
Mg (mg /L)	28,35
Mn (mg /L)	1,18
Na (mg /L)	218,36
pH	6,47
T°C	27,41
Cond (ms/cm)	15,37
Salinité (%L)	8,92
TDS (mg/L)	9821,14

3.3 QUANTITÉ D'AZOLLA PRODUITE EN FONCTION DU TEMPS

La figure 7 présente les valeurs moyennes de la production des différentes espèces d'*Azolla* enregistrées en fonction du temps. L'analyse de cette figure montre aussi que les rendements en fonction des jours, de *Azolla filiculoides* et *Azolla caroliniana* ne sont pas significativement différents en fonction du même temps (15 et 23 jours), mais très significatif entre eux (*Azolla filiculoides* et *Azolla caroliniana*) après 29 jours. Après 29 jours d'ensemencement, *A. caroliniana* a produit une quantité de 7408,03 g contrairement à *A. filiculoides* qui a enregistré une valeur de 5757,77 g durant le même temps. Cependant, la production de la même espèce d'*Azolla* c'est-à-dire *Azolla filiculoides* ou *Azolla caroliniana* avec la fiente est influencée par la durée de culture (Figure 7). Cette différence dans la production s'observe entre celle de 15 jours (P15) et celle des 23 (P23) et 29 jours (P29). Concernant *Azolla caroliniana*, la production de 23 et de 29 jours sont statistiquement identiques (figure 7).

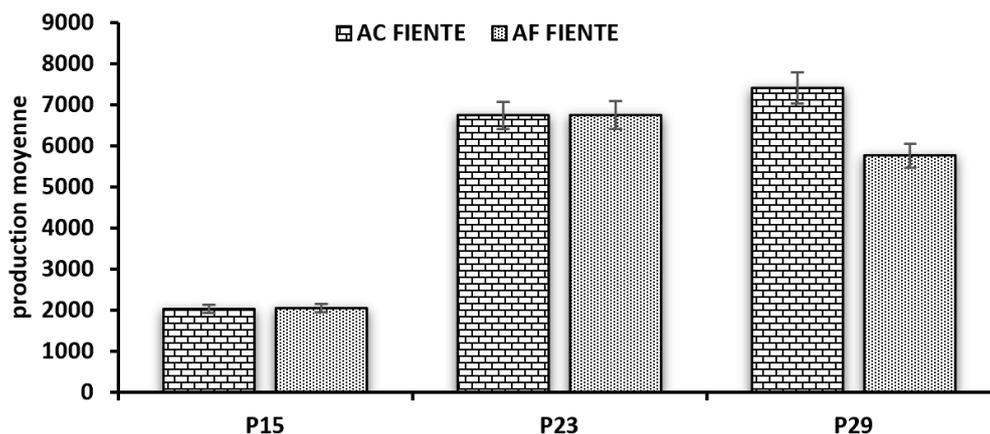


Fig. 7. Masse de *Azolla* récoltée en fonction du temps

AF - *Azolla filiculoides*, AC - *Azolla caroliniana* et P - Jours

3.4 LA LONGUEUR MOYENNE DES RACINES D'AZOLLA OBTENUE AVEC LE FILTRAT DE LA FIENTE DE POULET

Le tableau II présente la longueur moyenne des fougères *Azolla* (*Azolla caroliniana* et *Azolla filiculoides*) cultivées avec le filtrat de la fiente de poulet. La longueur des racines obtenues sont statistiquement identiques ($P = 0,92$). Les racines de ces deux fougères peuvent aller à une profondeur de 2 cm dans le milieu de culture.

Tableau 2. Longueur moyenne des fougères *Azolla* (*Azolla caroliniana* et *Azolla filiculoides*) cultivées avec le filtrat de la bouse de vache

Traitement	Longueurs Moyennes (cm)
<i>Azolla caroliniana</i>	2,03 ± 0,34a
<i>Azolla filiculoides</i>	2,01 ± 0,38a
P-value	0,92

Les valeurs portant les mêmes lettres alphabétiques dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes

3.5 COMPOSITION CHIMIQUE D'AZOLLA PRODUITE AVEC LA FIENTE DE POULET

La figure 8 présente la composition chimique des fougères *Azolla* (*Azolla caroliniana* et *Azolla filiculoides*). La composition chimique de ces deux fougères est statistiquement différente sauf la teneur en protéine ($P > 0,05$). Le taux d'humidité, la teneur en cendres, la teneur en glucides et la valeur énergétique sont significativement différents ($p < 0,05$). Cependant, à l'exception la teneur en cendres, la composition chimique de *Azolla caroliniana* est plus importante que ceux contenus dans le *Azolla filiculoides*. On note également que, les deux *Azolla* (*Azolla caroliniana* et *Azolla filiculoides*) sont pauvres en matières grasses (Fig. 8).

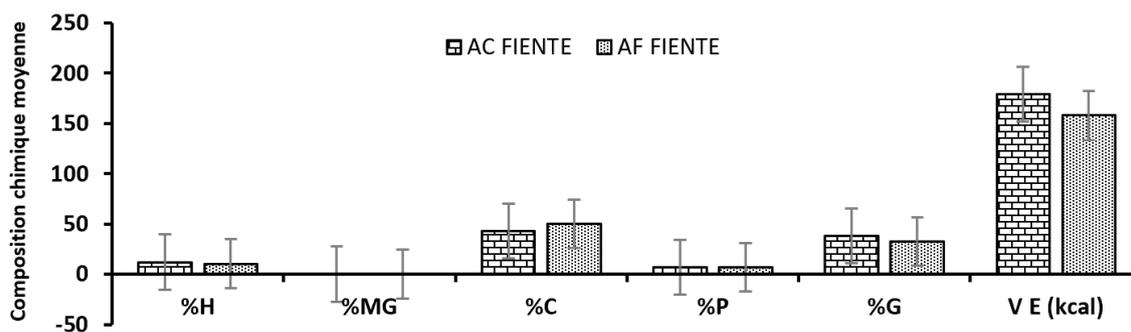


Fig. 8. Effet de la bouse de vache sur la composition chimique d'*Azolla filiculoides* (cultivé sur le filtrat bouse de vache) et d'*Azolla caroliniana* (cultivé sur filtrat bouse de vache)

H - taux d'humidité, MG - teneur en matières grasses, C - teneur en cendres, P - teneur en protéines, G - teneur en glucides, VE - valeur énergétique

4 DISCUSSION

La production de *Azolla filiculoides* et *Azolla caroliniana* s'est faite grâce à l'apport du filtrat de fiente de poulet sans apport de la bouse de vache et du superphosphate ni sol dans le milieu de culture. Cette production est contraire à ceux de [20] et de [21]. Selon ces auteurs, pour la mise en culture d'*Azolla* il faudrait utiliser de la bouse de vache à laquelle il faudra ajouter du sol et du superphosphate dans le milieu de culture. Pour une quantité de 100 g de *Azolla caroliniana* ou *Azolla filiculoides* ensemencée dans le milieu de culture contenant de l'eau de robinet plus la fiente de poulet (liquide) sur une surface de 1 m², des quantités ont été récoltées. Au-bout de 15 à 29 jours, le filtrat de fiente de poulet a permis d'obtenir des quantités variant entre (2051,21 à 6754,45 g de *Azolla filiculoides* et 2022,65 à 7408,03 g *Azolla caroliniana*). Ces résultats, Comparativement à ceux de [22], qui ont ensemencé une quantité de 125 g de *Azolla caroliniana* sur une surface de 3 m² pendant 3 semaines se révèle plus importants. Cependant, les quantités obtenues semblent être conformes à celui de [23] qui avait obtenu pour 100 g de *Azolla filiculoides* ensemencé 2979 g après 14 jours en milieu de culture renfermant de l'eau plus la fiente de poulet. La production de *Azolla* pourrait s'expliquer par le fait que: la fougère *Azolla* utilise les éléments nutritifs (azote et phosphore) contenus dans le filtrat de la fiente de poulet pour sa croissance [24]. confirment cette idée en faisant remarquer que la fiente de poulet contient une forte teneur en azote, principale facteur de croissance des végétaux verts. Selon [25], la fertilisation en azote affecte tous les paramètres contribuant à l'obtention d'un bon rendement. L'azote constitue un élément limitant pour les rendements, cela est confirmée par [26] qui disent qu'une bonne nutrition azotée s'exprime par un rendement spectaculaire.

5 CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de produire l'*Azolla* plus simplement avec de la matière disponible et renouvelable pour répondre à l'attente des utilisateurs, tout en augmentant sa quantité et sa qualité. Il revient de dire d'après cette étude que le filtrat de fiente de poulet produit uniquement avec la fiente, contient des éléments nutritifs primaires (NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻ et K), secondaires (Ca, Mg, Na et S) et d'Oligo-éléments (Cu, Fe et Mn) qui sont utiles au bon développement de la fougère *Azolla*. Cette fiente de poulet a permis en 15 et 29 jours d'obtenir une quantité importante de fougère *Azolla* (2051,21 à 6754,45 g de *Azolla filiculoides* et 2022,65 à 7408,03 g de *Azolla caroliniana*). La production de *Azolla filiculoides* et *Azolla caroliniana* peut se faire avec la fiente de poulet qui est une matière disponible. La quantité et la composition biochimique de *Azolla* produit à partir du filtrat de fiente est très importante pour justifier son utilisation comme fertilisant dans les cultures agricoles et aussi comme aliment des animaux dans l'élevage.

REFERENCES

- [1] ANONYME, Manuel de Formation Statistiques sur les Engrais en Afrique. www.africafertilizer.org, 2013.
- [2] TEME B., BREMAN H. et SISSOKO K., Intensification agricole au sahel: mythe ou réalité ? Rapport du colloque international sur l'intensification agricole au sahel, Bamako, 28 p,1995.
- [3] GRIFFON M., « Nourrir la planète »; Ed. Odile Jacob; 456p, 2006.

- [4] KITABALA M.A., TSHALA U.J., KALENDA M.A., TSHIJIKA I.M. et MUFIND K.M., Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba, RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 102: 9669 - 9679, 2016.
- [5] ZODAPE S.T., GUPTA A., BHANDARI S.C., RAWAT U.S., CHAUDHARY D.R. et ESWARAN K., Chikara J" Foliar application of seaweedsap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ". *J. Sci. Ind. Res.*, vol. 70, no. 3, pp. 215-219, 2011.
- [6] BJORN S. et MATTHIAS Z., Associations Between Cyanobacteria and Mosses; *Cyanobacteria in Symbiosis*, 137-152 p, 2003.
- [7] ADRAO., Station régionale riz irrigué, Synthèse des résultats (rapport interne non, publié) Saint-Louis (Sénégal), 1985.
- [8] HASAN M.R. et CHAKRABARTI R., Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture: A review. *FAO Fisheries and Aquaculture technical paper*, FAO, Rome, Italy 531p, 2009.
- [9] DHAWAN A., PHULIA V. ET ANSAL M.D., *Indian J. Ecol.* Incorporation of an aquatic fern (*Azolla*) in fish diet - effect on water quality and fish yield. 37 (2) 122-126, 2010.
- [10] RAI R.B., DHAMA K., DAMODARAN T., HAMID A., SWETA R., BALVIR S. et BHATT P., Evaluation of *Azolla* (*Azolla pinnata*) as a poultry feed and its role in poverty alleviation among landless people in northern plains of India. *Vet. Pract.* 13 (2) 250-254, 2012.
- [11] SUJATHA T., UDHAYAKUMARI D., KUNDU A., JEYAKUMAR S., SUNDAR J. et KUNDU M.S., *Animal Science Reporter.* Utilization of raw *Azolla* as a natural feed additive for sustainable production in Nicobari fowl. 7 (4) 146-152, 2013.
- [12] VAN HOVE C. ET LEJEUNE A., Does *Azolla* have any future in agriculture ? In: *Biological Nitrogen Fixation Associated with Rice Production*, 83-94, 1996.
- [13] N'GUESSAN A.H., N'GUESSAN K.F., KOUASSI K.P., KOUAME N.N. et N'GUESSAN P.W., Dynamique des populations du foreur des tiges du cacaoyer, *Eulophonotus myrmeleon*. Felder (Lépidoptère: Cossidae) dans la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire, 9 p, 2014.
- [14] LIGBAN R., GONE L.D., KAMAGATE B., SALEY M.B. et BIEMI J., Processus hydrogéochimique et origine des sources naturelles dans le degré carré de Daloa 17p, 2009.
- [15] DIE K.P., Renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville de Daloa à partir du barrage de Buyo en Côte d'Ivoire, mémoire de fin de formation, 77 p, 2006.
- [16] SANGARE A., KOFFI E., AKAMOU F. et FALL C.A., Etat des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Second rapport. 65p, 2009.
- [17] DIOMANDE M., GROGA N. et KOUAME K.B., Effet des filtrats de fiente de poulet et boue de vache sur les propriétés physicochimiques et fonctionnelles de farine d'algues vertes (*Azolla filiculoidales* et *Azolla caroliniana*). *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Vol 8, N°10 1535-1548, 2017.
- [18] TRAN G., *Azolla Feedipedia*, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO, 2015.
- [19] KOUAME K.T., GROGA N., AKEDRIN T.N., AKAFFOU D.S. et KOUADIO Y., Evaluation de la croissance végétative de *Azolla caroliniana* et *Azolla filiculoides* à l'aide du filtrat de la bouse de vache; Haut Sassandra, Daloa, Côte d'Ivoire. *Afrique Science ISSN Vol 14, N°5: 1-9*, 2018.
- [20] KATHIRVELAN C., BANUPRIYA S. et PURUSHOTHAMAN M.R., *Azolla* an alternate and sustainable feed for livestock. *International Journal of Science, Environment and Technology.* 4 (4) 1153 -1157, 2015.
- [21] GIRIDHAR K. et RAJENDRAN D., Cultivation and usage of *azolla* as supplemental feed for dairy cattle. In: *Value addition of feed and fodder for dairy cattle*, NIANP, June 27-July 6: 32-34, 2013.
- [22] GROGA N., DIOMANDE M., BEUGRE G.A.M., OUATTARA Y. et AKAFFOU D.S, Etude comparative de la qualité de la symbiose (*Anabaena azollae*, *Azolla caroliniana*), du compost et du NPK sur la croissance végétative et le rendement de la tomate (*Lycopersicon esculentum* mill. Solanacée) à Daloa (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences* 129: 13004 - 13014, 2018.
- [23] KOUADIO K.F., Contribution des biotechnologies à la sécurité alimentaire: cas du biofertilisant organique (symbiose *Anabaena-Azollae*, *Azolla filiculoides*) sur *Oryza sativa* (riz CB-one) en côte d'Ivoire. Master en science, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, 50 p, 2015.
- [24] BATAMOSSI M.H., TOVIHOUDI P.G., TOKORE S.B.J.O.M., BOULGA J. et ESSEGNON M.I., Effet des engrais organiques sur la croissance et le rendement de deux variétés de tomate (*Solanum lycopersicum*) dans la commune de Parakou (Nord Bénin). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 24 (1): 86-94, 2016.
- [25] DOBERMAN. et FAIRHURST T., (2000). *Nutriments Disorders and Nutriments Management*. *International Plant Nutrition Institute*; 191p, 2000.
- [26] BATIONO A., KOALA S. et AYUK E., Production des sols pour la production céréalière en zone Sahélo-soudanienne et valorisation des phosphates naturels. *Cahiers Agriculture*, 7 (5): 365-371, (1998).