

Troisième article : Valorisation du frass de larves de mouche soldat noire (*Hermetia illucens*) pour la production monospécifique d'une algue phytoplanctonique (*Scenedemus quadricauda*) d'intérêt aquacole au Bénin

Par : S. A. R. Tonoukouen, E. H. D. Kpegouton, D. C. Adjahouinou, T. Godome et D. N. S. Kpogue Gangbazo

Pages (pp.) 43-50.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Mars 2026 – Volume 36 - Numéro 02

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <https://brab.bj/> de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

*DOI : <https://doi.org/10.62344/nd2z5707>



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Direction Scientifique (DS) - Service Animation Scientifique (SAS)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél. : (+229) 21 30 02 64 ; E-mail : contact@inrab.bj

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB)
de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01 - Tél. : (+229) 21 30 02 64

E-mail: contact@inrab.bj - République du Bénin

Sommaire

	Sommaire	i
N°	Informations générales	ii
	Indications aux auteurs	iii
1	Scientific evidence of the efficacy of mushrooms in the management of diabetes and hypertension: a systematic review with meta-analyses L. Agbangla, A. Hegbe, B. G. Hounwanou, O. G. Fadeyi S. Badou, B. Olou, S. Zakari, N. S. Yorou, T. Adoukonou et M. Gomina *DOI : https://doi.org/10.62344/1z7chn68	01
2	Effect of rice variety and amylose content on the texture and sensory acceptability of the main rice-based foods in Benin M. Daouda, M. Oussou, J. Jasniewski and Y. E. Madodé *DOI : https://doi.org/10.62344/6z9xqy50	24
3	Valorisation du frass de larves de mouche soldat noire (<i>Hermetia illucens</i>) pour la production monospécifique d'une algue phytoplanctonique (<i>Scenedemus quadricauda</i>) d'intérêt aquacole au Bénin S. A. R. Tonoukouen, E. H. D. Kpegouton, D. C. Adjahouinou, T. Godome et D. N. S. Kpogue Gangbazo *DOI : https://doi.org/10.62344/nd2z5707	43
4	Characterization of international reptile trade flows in Benin (West Africa) from 1984 to 2022 B. Sossa, K. V. Taiwo, R. B. Badou, G. N. Kpéra, G. Nobimè, A. E. Assogbadjo and C. A. M. S. Djagoun *DOI : https://doi.org/10.62344/5dbfqt40	51
5	Synthèse bibliographique sur la reproduction ex situ du poisson chat du Mékong <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) M. L. Dansi, S. C. B. Pomalegni, S. Kpoussou et S. Ahouansou Montcho *DOI : https://doi.org/10.62344/ba1n7814	64
6	Diversités cultivées dans les sites maraîchers du bassin versant de la rivière des cinq bras en République du Bénin I. Orou Bata, A.-S. Bio Bangana et P. Kassa *DOI : https://doi.org/10.62344/2k28r447	85

7	Stratégies d'accès à l'information technique agricole en production des légumes biologiques au Sud-Bénin J. A. Houeto et F. Okry *DOI : https://doi.org/10.62344/4ethbk26	114
8	Analyse de différents modes de financement agricoles des Agrobusiness Clusters de riz au Bénin A. Chaffa Biyaou, E. Sodjinou, Y. E. Tchigo et J. A. Yabi *DOI : https://doi.org/10.62344/w7edwm19	124
9	Nematicidal activities of <i>Syzygium aromaticum</i> (Myrtaceae), <i>Hyptis suaveolens</i> (Lamiaceae) and <i>Eucalyptus camaldulensis</i> (Myrtaceae) essential oils against <i>Meloidogyne incognita</i> (Tylenchida: Heteroderidae) A. F. A. D. Bossou, A. Manbou, A. Affokpon, H. Adoukonou-Sagbadja et F. Avléssi *DOI : https://doi.org/10.62344/09rhas62	144

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

But et champs de publication : Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé en mai 1991 pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. **Comités d'administration du BRAB :** La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles soumis en ligne sur la plateforme <https://brab.bj/> et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être consultée et téléchargée sur la plateforme du BRAB. **Fréquence de parution des numéros de chaque volume :** Le BRAB publie par an quatre (04) numéros à raison d'un numéro par trimestre et aussi des numéros spéciaux. Le thesaurus « Agrovoc » est utilisé pour caractériser les articles parus dans le BRAB. **Frais de publication :** Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA, tout frais compris, est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'article publié est disponible en accès libre sur la plateforme avec notification à l'auteur correspondant. **Politique d'accès :** Les articles publiés par le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin sont en libre accès. Ils sont gratuits pour tout le monde, immédiatement téléchargeables dès la publication et distribués sous la licence CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). **Propriété intellectuelle :** La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager -copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - 01 BP 884 Recette Principale - Cotonou 01 – Tél. : (+229) 21 30 02 64 - E-mail: contact@inrab.bj – République du Bénin

Éditeur : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Comité de Rédaction et de Publication : -i- **Directeur de rédaction et de publication :** Directeur Général de l'INRAB ; -ii- **Rédacteur en chef :** Directeur Scientifique de l'INRAB ; -iii- **Secrétaire documentaliste :** Documentaliste archiviste de l'INRAB ; -iv- **Maquettiste :** Analyste programmeur de l'INRAB ; -v- **Opérateur de mise en ligne :** Dr Ir Sétchéme Charles Bertrand POMALEGNI, Maître de recherche ; -vi- **Membres :** Dr Ir Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir Nestor René AHOYO ADJOVI, Directeur de Recherche, Dr Ir Angelo C. DJIHINTO, Directeur de Recherche et Dr Ir Rachidatou SIKIROU, Directrice de Recherche.

Conseil Scientifique : Membres du Conseil Scientifique de l'INRAB, Pr Dr Ir Brice A. SINSIN (Écologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr Dr Michel BOKO (Géographie, Climatologie, Environnement, Bénin), Pr Dr Ir Joseph D. HOUNHOUIGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr Dr Ir Abdourahmane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr Dr Ir Koffi Daniel KOBIA (Biologie végétale appliquée et arômes naturelles, Togo), Pr Dr Ir Kakaï Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr Dr Ir Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr Dr Ir Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr Dr Ir Mauricette OUALI N'GORAN (Entomologie, Côte d'Ivoire), Pr Dr Ir Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr Dr Ir Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Pr Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Pr Dr Ir Gauthier BIAOU (Économie, Bénin), Pr Dr Ir Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir Gustave Dieudonné DAGBENONBAKIN (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Pr Dr Ir Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir Anne FLOQUET (Économie, Bénin), Dr Ir André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir Adolphe ADJANOHOOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Pr Dr Ir André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Elevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Pr Dr Ir Luc O. SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Bénin), Dr Clément C. GNIMADI (Géographie).

Comité de lecture : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Indications aux auteurs

Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des actes de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs. Le BRAB publie par an -i- quatre (04) numéros à raison d'un numéro par trimestre, et -ii- aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <https://brab.bj/>. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA, tout frais compris, est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'article publié est disponible en accès libre sur la plateforme avec notification à l'auteur correspondant.

Soumission de manuscrits

Les manuscrits doivent être soumis en ligne sur la plateforme <https://brab.bj/> accompagnés d'une lettre de soumission au comité de rédaction et de publication du BRAB. Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris les e-mails) de trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple sur du papier A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des évaluateurs, spécialistes du domaine. L'auteur reçoit automatiquement un accusé de réception.

Processus d'évaluation

Dès la réception du manuscrit, le secrétariat scientifique de la revue vérifie la conformité aux indications aux auteurs puis envoie un courriel à l'auteur correspondant où il lui est mentionné la suite réservée à son manuscrit. Ensuite, est déclenché le processus de l'évaluation aveugle par l'envoi aux trois (03) évaluateurs retenus par le secrétariat scientifique. Au cours de la troisième semaine, l'auteur reçoit la décision de rejet ou d'acceptation de son manuscrit sous réserve de la prise en compte des observations faites par les évaluateurs. Les auteurs ont deux (02) semaines pour retourner la nouvelle version de leur manuscrit accompagnées d'une deuxième lettre de soumission comportant un tableau synoptique dans lequel ils justifient la prise en compte ou non des observations critiques constructives des évaluateurs dudit manuscrit. Toutefois, les manuscrits ayant reçu des observations majeures sont retournés aux évaluateurs pour la vérification des observations apportées. Au bout de deux (02) semaines, ils reçoivent le proof de leur article pour une relecture en 72 heures et procède au règlement des frais de publication avant la parution de l'article sur la plateforme.

Sanction du plagiat et de l'autoplégat dans tout article soumis au BRAB pour publication

De nombreuses définitions sont données au plagiat selon les diverses sources de documentations telles que « -i- Acte de faire passer pour siens les textes ou les idées d'autrui. -ii- Consiste à copier les autres en reprenant les idées ou les résultats d'un autre chercheur sans le citer et à les publier en son nom propre. -iii- Copie frauduleuse d'une œuvre existante en partie ou dans sa totalité afin de se l'approprier sans accord préalable de l'auteur. -iv- Vol de la création originale. -v- Violation de la propriété intellectuelle d'autrui. » (<https://integrite.umontreal.ca/reglements/definitions-generales/>). Le Plagiat et l'Autoplégat sont à bannir dans les écrits scientifiques. Par conséquent, tout manuscrit soumis pour sa publication dans le BRAB doit être préalablement soumis à une analyse de plagiat, en s'appuyant sur quelques plateformes de détection de plagiat. Le **plagiat constaté dans tout article sera sanctionné par un retour du manuscrit accompagné du rapport de vérification du plagiat par un logiciel antiplagiat** à l'auteur de correspondance pour sa correction avec **un taux de tolérance de plagiat ou de similitude inférieur ou égal à sept pour cent (07%)**.

Respect de certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture

Pour qu'un manuscrit soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brièveté** (supprimer les expressions creuses). **Le temps des verbes doit être respecté**. En effet, tout ce qui est expérimental et non vérifié est rédigé au passé (passé composé et imparfait) de l'indicatif, notamment les parties *Méthodologie* (*Matériels et méthodes*) et *Résultats*. Tandis que tout ce qui est admis donc vérifié est rédigé au présent de l'indicatif, notamment les parties *Introduction*, avec la citation de résultats vérifiés, *Discussion* et *Conclusion*. Toutefois, en cas de doute, rédigez au passé. Pour en savoir plus sur la méthodologie de rédaction d'un article, prière consulter le document suivant : **Assogbadjo A. E., Aïhou K., Youssao A. K. I., Fovet-Rabot C., Mensah G. A., 2011. L'écriture scientifique au Bénin. Guide contextualisé de formation. Cotonou, INRAB, 60 p. ISBN : 978-99919-857-9-4 – INRAB 2011. Dépôt légal n° 5372 du 26 septembre 2011, 3^{ème} trimestre 2011. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.**

Titre

Dans le titre se retrouve l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Un bon titre doit donner le meilleur aperçu possible de l'article en un minimum de mots. Il comporte les mots de l'index *Medicus*. Le titre est un message-réponse aux 5 W [what (quoi ?), who (qui ?), why (pourquoi ?), when (quand ?), where (où ?)] & 1 H [how (comment ?)]. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte mais écrits en minuscules, sauf la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues français et anglais.

Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1^{ère} lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs), sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, BP, e-mail, Tél. et pays) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme de recherche et à la rédaction de l'article.

Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document, etc. Il contient l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Le résumé contient une **Introduction** (contexte, Objectif, etc.) rédigée avec 20% des mots, la **Méthodologie** (type d'étude, échantillonnage, variables et outils statistiques) rédigée avec 20% des mots, les **Résultats obtenus et leur courte discussion** (résultats importants et nouveaux pour la science), rédigée avec 50% des mots et une **Conclusion** (implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches) rédigée avec 10% des mots.

Mots-clés

Les 3 à 5 mots et/ou groupes de mots clés les plus descriptifs de l'article suivent chaque résumé et comportent le pays (la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline ou le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

Texte

Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible. L'article est structuré selon la discipline scientifique et la thématique en utilisant l'un des plans suivants avec les Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques : *IMReD* (Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Discussion, Conclusion) ; *ILPIA* (Introduction, Littérature, Problème, Implication, Avenir) ; *OPERA* (Observation, Problème, Expérimentation, Résultats, Action) ; *SOSRA* (Situation, Observation, Sentiments, opinion, Réflexion, Action) ; *ESPRIT/SPRIT* [Entrée en matière (introduction), Situation du problème, Problème précis, Résolution, Information appliquée ou détaillée,

Terminaison (conclusion)] ; *APPROACH* (Annonce, Problématique (perutable avec Présentation), Présentation, Réactions, Opinions, Actions, Conclusions, Horizons) ; etc.

Introduction

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

Matériels et méthodes

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

Résultats

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

Discussion

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs. Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

Résultats et Discussion

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

Conclusion

Il faut une bonne et concise conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion fait ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. La conclusion fait la synthèse de l'interprétation scientifique et de l'apport original dans le champ scientifique concerné. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats.

Remerciements

Il s'agit de remercier ceux qui ont financé l'étude, collecté les données sur le terrain et facilité la bonne conduite des travaux de recherche ainsi que d'éventuels lecteurs critiques du manuscrit.

Conflits d'intérêt

Un des aspects cruciaux de l'éthique de la recherche qui nécessite la divulgation transparente des conflits d'intérêt, permet de maintenir l'intégrité de la recherche scientifique et assure la crédibilité des conclusions publiées. Par conséquent, il est plus qu'essentiel pour tout chercheur de divulguer honnêtement toute situation pouvant être perçue comme un conflit d'intérêt afin de préserver la rigueur scientifique et la confiance du public. Par exemple, il s'agit de mentionner si éventuellement le travail a des situations conflictuelles avec d'autres en cours et connues des auteurs.

Contribution des auteurs

Dans cette rubrique est renseignée la contribution substantielle de chaque auteur dans le processus d'élaboration de l'article. Il s'agit de la part de travail de chacun des auteurs depuis la conception du travail, la mobilisation des ressources, la collecte et l'analyse des données, la rédaction du manuscrit, etc.

Références bibliographiques

La norme Harvard et la norme Vancouver sont les deux normes internationales qui existent et régulièrement mises à jour. Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités dans les références bibliographiques. Dans le texte, les publications doivent être citées de la manière suivante : Sinsin (2020) ou Sinsin et Assogbadjo (2020) ou Sinsin *et al.* (2007). Sachez que « *et al.* » est mis pour *et alteri* qui signifie et autres. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées par ordre alphabétique dans la liste des références bibliographiques. Somme toute dans le BRAB, selon les ouvrages ou publications, les références sont présentées dans la liste des références bibliographiques de la manière suivante :

Pour les revues scientifiques :

- ✓ **Pour un seul auteur** : Yakubu, A., 2013: Characterisation of the local Muscovy duck in Nigeria and its potential for egg and meat production. *World's Poultry Science Journal*, 69(4): 931-938. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933913000937>
- ✓ **Pour deux auteurs** : Tomasz, K., Juliusz, M. K., 2004: Comparison of physical and qualitative traits of meat of two Polish conservative flocks of ducks. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 47(4): 367-375.
- ✓ **A partir de trois auteurs** : Vissoh, P. V., R. C. Tossou, H. Dedehouanou, H. Guibert, O. C. Codjia, S. D. Vodouhe, E. K. Agbossou, 2012 : Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin. *Les Cahiers d'Outre-Mer* N° 260, 479-492.

Pour les organismes et institutions :

- ✓ FAO, 2017. L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017 : Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire. Rome, FAO. 144 p.
- ✓ INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2015 : Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-4) : Résultats définitifs.

Direction des Etudes Démographiques, Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, Cotonou, Bénin, 33 p.

Pour les contributions dans les livres :

- ✓ Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. *In*: Carr, N.G., Whithon, B.A., (eds), The biology of cyanobacteria. Oxford, Blackwell.
- ✓ Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. *In* : Reyniers, F.N., Netoyo L. (eds.). Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

Pour les livres :

- ✓ Zryd, J.P., 1988: Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.
- ✓ Stuart, S.N., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN–The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Pour les communications :

- ✓ Vierada Silva, J.B., A.W. Naylor, P.J. Kramer, 1974: Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. *Proceedings of Nat. Acad. Sc. USA*, 3243-3247.
- ✓ Lamachere, J.M., 1991 : Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n° 199, 109-119.

Pour les abstracts :

- ✓ Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. *Plant Cell Physiology abstracts*, 1980, 4533.

Thèse ou mémoire :

- ✓ Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

Pour les sites web : <http://www.iucnredlist.org>, consulté le 06/07/2007 à 18 h.

Equations et formules

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

Unités et conversion

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

Abréviations

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Eviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom (s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p.e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple :

Oryza sativa = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

Tableaux, figures et illustrations

Chaque tableau (avec les colonnes et lignes rendues visibles donc quadrillées) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures/photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. En ce qui concerne les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et/ou scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées.

Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excel, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.

Valorisation du frass de larves de mouche soldat noire (*Hermetia illucens*) pour la production monospécifique d'une algue phytoplanctonique (*Scenedesmus quadricauda*) d'intérêt aquacole au Bénin

S. A. R. Tonoukouen^{1,2*}, E. H. D. Kpegouton¹, D. C. Adjahouinou^{1,2}, T. Godome² et D. N. S. Kpogue Gangbazo^{1,2}

¹MSc. Senami Alphonse Rodrigue TONOUKOUEN, Laboratoires des Sciences Animales et Halieutiques (LSAH), Unité de Recherche en Aquaculture et Gestion des Pêches (URAGEP), École d'Aquaculture (EAQ), Université Nationale d'Agriculture (UNA), 01BP 55 Porto-Novo & LHRZH/URBMDA/FAST/UAC, 01BP 526 Recette Principale Cotonou01, E-mail : jedouvivome2@gmail.com, Tél. : (+229)0196181216, République du Bénin

MSc E. H. David KPEGOUTON, LSAH/URAGEP/EA/UNA, 01BP 55 Porto-Novo, E-mail kpegoutondavid24@gmail.com, Tél. : (+229)0167583669, République du Bénin

Dr (MA) D. Clément ADJAHOUINO, LSAH/URAGEP/EA/UNA, 01BP 55 Porto-Novo & LHRZH/URBMDA/FAST/UAC, 01BP 526 Recette Principale Cotonou01, E-mail : adjaclem@gmail.com, Tél. : (+229)0197265322, République du Bénin

Dr (MC) Diane N. S. KPOGUE GANGBAZO, LSAH/URAGEP/EA/UNA, 01BP 55 Porto-Novo & LHRZH/URBMDA/FAST/UAC, 01BP 526 Recette Principale Cotonou01, E-mail senami_diane@yahoo.fr, Tél. : (+229)0196071407, République du Bénin

²Dr Théophile GODOME, Laboratoire d'Hydrobiologie et de Recherche sur les Zones Humides (LHRZH), Unité de Recherche en Biologie Marine et Diversification en Aquaculture (URBMDA), Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01BP 526 Recette Principale Cotonou01, E-mail : theogod87@gmail.com, Tél. : (+229)0196338000, République du Bénin.

*Auteur de correspondance : MSc. Rodrigue S. A TONOUKOUEN, E-mail : jedouvivome2@gmail.com

*DOI : <https://doi.org/10.62344/nd2z5707>

Résumé

Afin de déterminer la dose optimale à appliquer pour une production monospécifique massive de *Scenedesmus quadricauda* en milieu contrôlé destinée à l'alimentation du zooplancton (aliment vivant pour l'élevage des larves de poissons, des crustacés et mollusques), plusieurs expériences ont été menées. Cinq différentes doses de frass de larves de mouches soldats noires (T1 = 0,15 g/L, T2 = 0,3 g/L, T3 = 0,6 g/L, T4 = 0,9 g/L et T5 = 1,2 g/L) et une dose de fientes de volaille comme témoin positif (Tp = 0,6 g/L) ont été testées en triplicata dans un bloc complètement randomisé. Les paramètres physico-chimiques tels que la température, le pH, la conductivité électrique et l'oxygène dissous ont été suivis pendant 14 jours dans des cultures réalisées dans des seaux en plastique d'une capacité de 5 L et rempli au 3/5^{ème} d'eau chacun. Le frass de Larves de Mouche Soldats Noires (LMSN) proviennent de mouches soldats noires (MSN) nourries avec une alimentation préalablement révélée favorable à leur croissance, sont composés de 30% okara de soja, 25 % de tourteau de palmiste, 20 % de drêche de brasserie et de 20% de viscères de poissons marins. Trois jours après la fertilisation des milieux avec les différentes doses de frass de LMSN, ils ont étéensemencés avec 5 ml de culture mère de *S. quadricauda*. La croissance algale a été suivie toutes les 24 h par comptage au microscope des cellules de *S. quadricauda* à l'aide de la cellule de Neubauer. Comme avec la dose 1,2 g/L, la richesse phytoplanctonique semble influencer négativement la production en pratique et ces résultats ont révélé que la dose 0,6 g/L présente la meilleure production moyenne journalière et le temps de doublement le plus court indiquant une croissance plus rapide. Il en ressort qu'une dose de frass de LMSN de 0,6 g/L est favorable à une production massive optimale de *S. quadricauda*.

Mots clés : Fientes de volaille, aliment vivant, larviculture, dose optimale, phytoplancton

Valorization of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larval Frass for the monospecific production of the Phytoplanktonic alga *scenedesmus quadricauda* of Aquaculture Interest in Bénin

Abstract

To determine the optimal dose for the mass monoculture of *Scenedesmus quadricauda* under controlled conditions for zooplankton feed (a live feed for fish, crustaceans, and mollusc larvae), several experiments were conducted. Five different doses of black soldier fly larvae (BSFL) frass (T1 = 0.15 g/L, T2 = 0.3 g/L, T3 = 0.6 g/L, T4 = 0.9 g/L, T5 = 1.2 g/L) and a poultry manure dose as a positive control (Tp = 0.6 g/L) were tested in triplicate in a completely randomized block design. Physicochemical parameters such as temperature, pH, electrical conductivity, and dissolved oxygen were monitored for 14 days in cultures set up in 5L plastic buckets, each filled to 3/5 with water. The BSFL frass, derived from black soldier fly larvae fed a diet previously identified as favourable for their growth, consisted of 30% soybean okara, 25% palm kernel meal, 20% brewery spent grain, and 20% marine fish viscera. Three days after fertilizing the culture media with different doses of BSFL frass, they were inoculated with 5 mL of *Scenedesmus quadricauda* stock culture. Algal growth was monitored every 24 hours by

counting *Scenedesmus quadricauda* cells under a microscope using a Neubauer chamber. Similar to the 1.2 g/L dose, excessive phytoplankton richness appeared to negatively affect practical production. The results revealed that the 0.6 g/L dose exhibited the highest average daily production and the shortest doubling time, indicating a faster growth rate. Therefore, a BSFL frass dose of 0.6 g/L is recommended for the optimal mass production of *Scenedesmus quadricauda*.

Keywords: Poultry manure, live feed, larva culture, optimal dose, phytoplankton

1. Introduction

L'aquaculture est un secteur en forte expansion et joue un rôle important dans la sécurité alimentaire mondiale en contribuant à l'approvisionnement en protéines d'origine aquatique (FAO, 2018). Bien qu'elle reste sous-développée dans la plupart des régions d'Afrique (Lazard, 2014), sa production a augmenté ces dernières années, par rapport à d'autres animaux d'élevage comme les porcs, les vaches et la volaille (FAO, 2010). Toutefois, l'un des défis majeurs de cette industrie est de garantir une production durable tout en minimisant l'impact environnemental (Ahmed *et al.*, 2018). Cependant, ce développement reste lié à la disponibilité d'aliment qui est un facteur capital pour la réussite de tout élevage (Agadjihouédé *et al.*, 2011). Par ailleurs, l'Aquaculture fait face à d'autres défis, parmi lesquels l'un des plus importants est la réussite de l'élevage des larves de poissons, de crevettes et d'autres organismes aquatiques (Montchowui *et al.*, 2012 ; Koussovi *et al.*, 2021). La larviculture reste une étape très critique dans la production des organismes aquatiques comme les poissons et les crustacés, car après la reproduction, elle est généralement très difficile à gérer (Das *et al.*, 2012). Pour assurer le succès de l'élevage des larves de poissons, il est essentiel de commencer à les nourrir dès qu'elles ont absorbé leurs réserves vitellines (Fiogbe, 2009).

Le zooplancton constitue l'aliment naturel de ces larves et les aliments artificiels ne sont généralement pas adaptés à ce stade précoce (Awaiss *et al.*, 1993). L'utilisation du zooplancton en aquaculture est d'un grand intérêt (Bonou, 1990 ; Dabbadié, 1996), en tant que source alimentaire des larves de poissons à faibles réserves vitellines. Il est plus performant que l'aliment de grossissement des poissons (Bonou, 1990). Ainsi, pour le développement de l'aquaculture. La production de zooplancton est étroitement liée à la production d'une bonne qualité de micro-algues. *Scenedesmus quadricauda* est une micro-algue verte et riche en nutriments essentiels pour zooplancton notamment des protéines, des acides gras polyinsaturés et en pigments qui favorisent sa croissance, sa reproduction et sa survie (Lavens et Sorgeloos, 1996). De plus, *S. quadricauda* est largement reconnue pour son utilisation dans l'alimentation des mollusques bivalves tels que les huîtres, car elle répond à leurs besoins nutritionnels spécifiques, contribuant ainsi à leur développement optimal (Helm, Bourne et Lovatelli, 2004). Ainsi la culture de *S. quadricauda* contribue non seulement à améliorer la productivité dans les systèmes aquacoles.

La production de phytoplancton passe par la fertilisation des milieux de culture (FAO, 1996). Les fertilisants organiques couramment utilisés sont les déjections animales comme les fientes de volaille, les déjections de porc, les bouses de vache, mouton ou cheval, les crottes de lapin (Agadjihouédé *et al.*, 2011 ; Akodogbo *et al.*, 2014 ; Adande *et al.*, 2017). En raison de leur richesse en éléments nutritifs bio-disponibles essentiels tels que l'azote, le phosphore et le potassium pour le phytoplancton (Redfield, 1934). Depuis un certain temps, les chercheurs ont développé différentes façons de gérer la décomposition des déchets organiques, notamment en utilisant entre autres comme les larves de mouche soldat noire, les vers de terre et la mouche domestique (Diener *et al.*, 2009).

Les larves de mouche soldat noire, abondamment utilisées de nos jours, sont reconnues pour leur capacité à bio-transformer divers déchets organiques, réduisant ainsi les quantités de résidus tout en produisant des matières utilisables comme fertilisants ou compléments alimentaires pour l'aquaculture (Ungureanu, 2026). Après la décomposition, le fumier obtenu contient encore des éléments nutritifs (Beesigamukama *et al.*, 2022) capables de favoriser la production du plancton dans le milieu aquatique. Le recours au frass (déjections et résidus alimentaires) de larves de mouche soldat noire pour la culture de rotifères d'aliments vivants présente une double opportunité (Dzepe Togue, 2021). D'une part, il permet de valoriser un déchet organique en une ressource utile, réduisant ainsi les besoins en nutriments synthétiques coûteux (Lizundia *et al.*, 2022). D'autre part, il participe à la création d'un cycle durable de production aquacole, où les intrants et les sous-produits sont utilisés de manière plus efficiente (Masi *et al.*, 2024). À cet effet, une production élevée et un taux de survie élevé des larves de poisson sont réalisables grâce à une production à faible coût d'algues nutritives (Sipaúba-Tavares *et al.*, 2007). C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude intitulée Valorisation du frass de larves

de mouche soldat noire (*Hermetia illucens*) pour la production monospécifique d'une algue phytoplanctonique (*Scenedemus quadricauda*) d'intérêt aquacole.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Présentation du cadre d'étude et dispositif expérimental

Le présent travail a été réalisé sur le site expérimental de l'Unité de Recherche en Biologie Marine et Diversification en Aquaculture (UR-BioMarDA) du Laboratoire d'Hydrobiologie et de Recherche sur les Zones Humides (LHyReZ) de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), situé dans la ferme de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA).

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc complètement randomisé comportant sept traitements répétés trois fois chacun. Ce dispositif est constitué de 21 seaux en plastique de 5 L, remplis de l'eau de robinet jusqu'à au 3/5 de leur capacité. Cinq différentes doses de frass 0,15 g/L, 0,3 g/L, 0,6 g/L, 0,9 g/L et 1,2 g/L, notées respectivement T1, T2, T3, T4 et T5 ont été testées. Ces doses, déjà testées par Agadjihouède *et al.* (2011) pour les fientes de poulets, ont été choisies dans une perspective de comparaison avec ce fertilisant animal largement utilisé en aquaculture. Un témoin négatif (T0) sans fertilisant (0 g/L) et un témoin positif composé de 0,6 g/L de fientes de volaille (Tp) ont été les deux traitements témoins ont été testés.

2.2. Production du phytoplancton *Scenedemus quadricauda*

Pour la production de *S. quadricauda*, les seaux remplis d'eau préalablement sont fertilisés avec différentes doses de frass de larves de mouche soldat noire. Trois jours après la fertilisation (délai pour une minéralisation suffisante au développement du phytoplancton), chaque seau estensemencé avec un inoculum de 5 ml du phytoplancton issu de la culture mère. Cette production phytoplanctonique est faite sous une photopériode de 12 h/12 h (lumière/obscurité). À partir du 2^{ème} jour après l'ensemencement, des échantillons de 20ml ont été prélevés tous les matins à 8h dans chaque seau puis fixés au formol à 5 % pour l'évaluation de la densité de *S. quadricauda*. Le dénombrement des cellules de *S. quadricauda* a été effectué au microscope optique de marque Bi-micro, à l'aide d'un hématimètre (cellule de comptage) de type Neubauer dans six sous-échantillons.

2.3. Contrôle des paramètres physico-chimique des milieux de culture

La température, la conductivité électrique, le pH et la teneur en oxygène dissous ont été mesurés quotidiennement dans tous les milieux expérimentaux. Ces mesures ont été effectuées à partir de 08 h à l'aide d'un multi-paramètre de marque EZ 9908 pour les autres paramètres et d'un Oxymètre de marque DO 9100.

2.4. Analyses statistiques

L'analyse de variance à un critère (ANOVA 1) a été utilisée pour comparer les divers paramètres de production planctonique et de qualité physico-chimique de l'eau entre les différents traitements testés. Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel Statistica 6 avec un seuil de signification de 5%. En présence de différences significatives entre les traitements, le test LSD de Fisher a été utilisé au seuil de 5% pour déterminer les différences entre les résultats de chaque paramètre en fonction de la dose de frass testée.

3. Résultats

3.1. Conditions physico-chimiques de la production phytoplanctonique

Dans le tableau 1 ont été présentées les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques dans les différents traitements de production de *Scenedemus quadricauda*. Aucune différence significative n'a été notée entre les différents traitements pour la température et le pH ($p > 0,05$) contrairement aux autres paramètres qui ont varié. Le traitement T5 a présenté la conductivité électrique significativement la plus élevée ($p < 0,05$) alors que la plus valeur a été noté dans le traitement T0. Les traitements T1, T2, T3 et T4 ont présenté des valeurs de conductivité électrique proches ou similaires de celle du traitement Tp. La conductivité électrique a été proportionnelle à la dose de frass testée. La teneur en oxygène dissous (OD) a largement varié d'un traitement à un autre ($p < 0,05$) avec la valeur la plus élevée notée dans le traitement T0 contrairement au traitement T5 ayant présenté la teneur la plus faible. La teneur en OD a été presque inversement proportionnelle à la dose de frass testée.

Tableau 1. Calcul de la Moyenne et de l'écart-type des paramètres physico-chimiques dans les différents traitements

Traitements	Température (°C)	pH	Conductivité électrique (µs/cm)	Oxygène dissous (mg/l)
T0	27,55 ± 0,20 ^a	7,44 ± 0,36 ^a	194,67 ± 21,30 ^a	3,92 ± 0,11 ^e
T1	27,30 ± 0,09 ^a	7,57 ± 0,36 ^a	205,67 ± 5,98 ^{ab}	3,54 ± 0,11 ^{cd}
T2	32,07 ± 7,99 ^a	7,46 ± 0,29 ^a	233,91 ± 14,64 ^c	3,40 ± 0,18 ^c
T3	27,61 ± 0,23 ^a	7,17 ± 0,24 ^a	233,91 ± 9,69 ^c	2,75 ± 0,25 ^b
T4	27,70 ± 0,26 ^a	7,30 ± 0,07 ^a	335,28 ± 17,73 ^d	2,42 ± 0,26 ^b
T5	27,76 ± 0,27 ^a	7,41 ± 0,25 ^a	394,63 ± 14,03 ^e	2,00 ± 0,22 ^a
Tp	27,88 ± 0,29 ^a	8,01 ± 0,22 ^a	225,69 ± 8,13 ^{bc}	3,75 ± 0,18 ^{de}

Les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes ($p < 0,05$).

3.2. Variation de l'abondance de la population phytoplanctonique

L'évolution journalière de la densité phytoplanctonique dans les différents traitements a été illustrée par la figure 1. Durant toute la durée de l'expérimentation, la production phytoplanctonique était restée plus faible dans le traitement témoin négatif T0. Globalement, la population phytoplanctonique après un temps de latence les deux premiers jours, a connu une croissance jusqu'au 8^{ème} jour avant d'aborder un déclin progressif le reste du temps. Le traitement au frass T3 (0,6 g/l) s'était révélé le plus favorable à la production phytoplanctonique (densité maximale 1,82.10⁴ cellules/L le 8^{ème} jour) après le traitement témoin à les fientes de poulet (Tp) qui a présenté la densité phytoplanctonique la plus élevée (2,29.10⁴ cellules/L) le 8^{ème} jour.

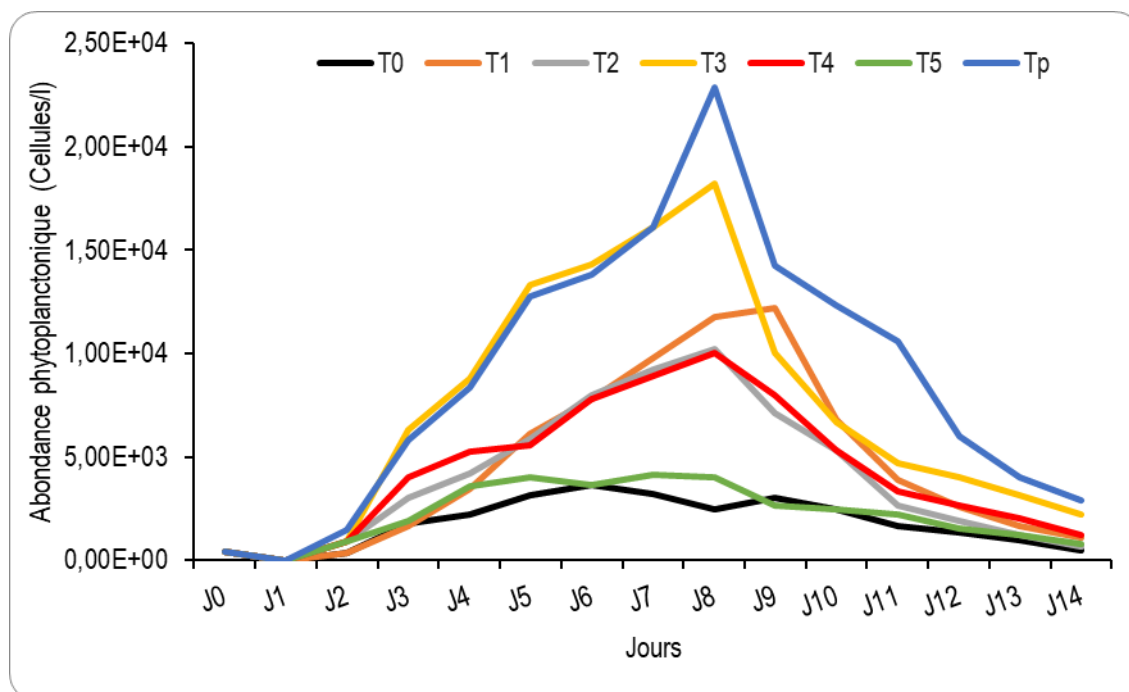


Figure1.Évolution de la densité phytoplanctonique en fonction du jour dans les différents traitements

3.3. Temps de doublement de la population phytoplanctonique

Le temps de doublement de la population de phytoplancton dans les différents traitements a été illustré par la figure 2 et a varié d'un traitement à un autre ($p < 0,05$). La production phytoplanctonique a été plus rapide au niveau des traitements Tp et T3 ayant présenté un temps de doublement de 33 h et 35 h respectivement. La production phytoplanctonique a été plus lente au niveau du traitement T5 où le temps de doublement a été de 49 h.

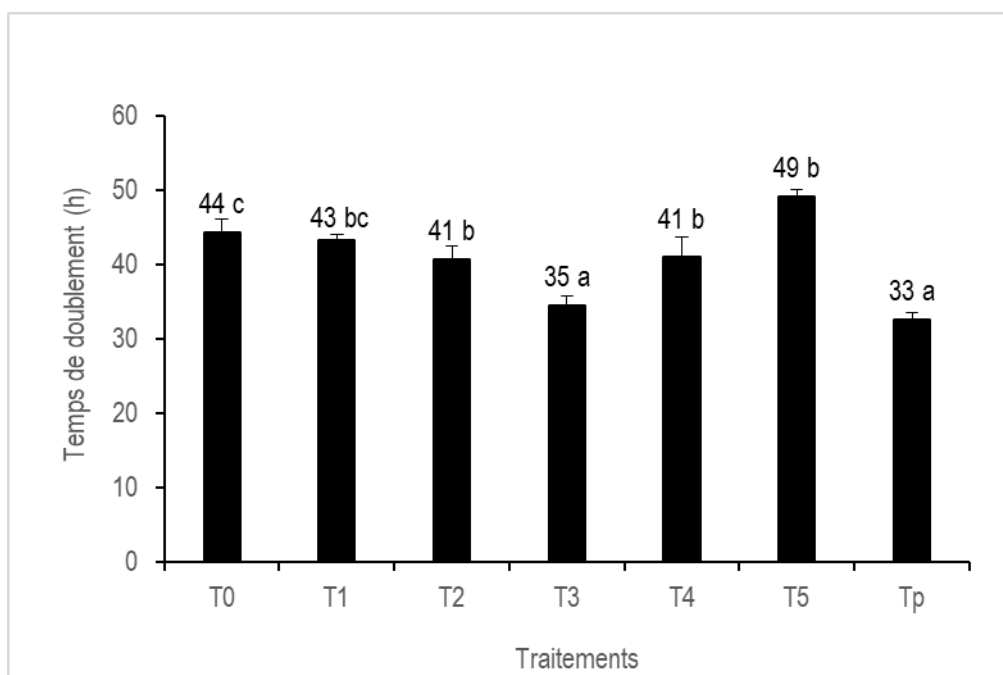


Figure 2. Temps de dédoublement de la production phytoplanctonique dans les différents traitements

4. Discussion

Le frass (déjections et résidus alimentaires) des larves de mouche soldat noire (*Hermetia illucens*) est une matière organique riche, valorisable comme fertilisant pour la production monospécifique d'algues, notamment *Scenedesmus quadricauda* (Dzepe Togue, 2021). Les résultats de cette étude confirment le potentiel du frass de *Hermetia illucens* comme fertilisant organique pour la culture de microalgues. L'analyse des paramètres physico-chimiques ainsi que des performances de production de l'algue a permis de déterminer une dose optimale de 0,6 g/L de frass, qui favorise une croissance maximale du phytoplancton. Les conditions physicochimiques du milieu de culture jouent un rôle crucial dans la croissance des micro-algues. Dans cette étude, la température variait entre 27,3°C et 32,07°C, ce qui est conforme aux exigences des microalgues d'eau douce, notamment celle rapportée par Bocek et Gray (2002) qui situe la plage optimale entre 25 et 32°C. Ces valeurs sont comparables à celles de Harrison et Miller (2018), qui ont observé une croissance optimale de *S. quadricauda* entre 20 et 30°C en conditions contrôlées.

Concernant le pH, les valeurs obtenues, comprises entre 7,17 et 8,01, sont favorables à la production phytoplanctonique. Ces résultats s'alignent avec ceux de Santoso *et al.* (2023), qui situent la plage optimale entre 7,5 et 8,5. En revanche, certaines études comme celles de Mouna et Gamra (2015) montrent que *Scenedesmus sp* tolère un pH plus large (3,4 à 10), ce qui témoigne de son adaptabilité. L'oxygène dissous variait entre 2 et 3,92 mg/L, avec des valeurs les plus faibles dans les milieux fortement fertilisés. Ces résultats sont similaires à ceux de Chinyere (2022), qui a enregistré 3,41 mg/L lors d'une culture monospécifique de *S. quadricauda*.

La diminution de l'oxygène dissous dans les milieux à forte charge en frass peut s'expliquer par la minéralisation des nutriments et l'augmentation de la biomasse algale, qui entraîne une consommation accrue d'oxygène pendant la nuit. Enfin, la conductivité électrique était plus élevée dans les milieux fertilisés, notamment avec les fientes de volaille, ce qui indique une plus forte minéralisation des nutriments. Ces résultats sont en accord avec ceux de Agadjihouédé *et al.* (2010), qui ont observé une corrélation positive entre la conductivité électrique et la fertilisation organique. L'évolution de la densité phytoplanctonique montre que le traitement T3 (0,6 g/L de frass de LMSN) a permis d'atteindre une densité maximale de $1,82 \times 10^4$ cellules/L au 8^e jour, juste derrière le témoin fertilisé avec les fientes de volaille (Tp : $2,29 \times 10^4$ cellules/L). Cela confirme que le frass de LMSN est un fertilisant efficace, bien qu'il soit légèrement moins performant que les fientes de volaille, qui reste une référence en aquaculture. La production journalière moyenne a montré des différences significatives entre les traitements. Le traitement T3 (0,6 g/L) a obtenu une production similaire à celle du témoin positif, suggérant que cette dose permet une croissance rapide et soutenue de l'algue. Ces résultats sont en accord avec ceux de Agadjihouédé *et al.* (2011), qui ont identifié 0,6 g/L de fientes de poulet comme la dose optimale pour

la production intensive de *S. quadricauda*. En ce qui concerne le temps de doublement, le traitement T3 (0,6 g/L de frass) a permis un doublement de la population en 35 heures, un résultat proche de celui du témoin positif (33 heures) et bien meilleur que celui des autres doses testées. Ces résultats confirment que 0,6 g/L est la dose optimale pour assurer une croissance rapide et efficace de l'algue. Plusieurs études ont comparé l'effet de différents fertilisants sur la production phytoplanctonique.

Agadjihouédé *et al.* (2010) ont montré que les fientes de volaille favorisent une production plus élevée que la bouse de vache, notamment en raison de sa richesse en azote et phosphore. De même, Williams et Zhang (2022) ont rapporté que les déchets organiques riches en nutriments, comme les frass d'insectes, améliorent la production d'algues en fournissant des éléments bio-disponibles. Toutefois, contrairement aux fientes de volaille, le frass de LMSN présente des avantages environnementaux, notamment une charge microbienne plus faible et un meilleur contrôle des odeurs, ce qui le rend plus adapté à une utilisation en aquaculture sans risque de contamination bactérienne. Les résultats de cette étude montrent que le frass de LMSN est un fertilisant efficace pour la culture de *S. quadricauda*, avec une dose optimale de 0,6 g/L (T3). Cette dose permet une production élevée, un temps de doublement court et des conditions physico-chimiques favorables. Bien que légèrement moins performant que les fientes de volaille, le frass de LMSN reste une alternative viable et durable pour la production de micro-algues en aquaculture. Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'utilisation des frass d'insectes en aquaculture, notamment pour la production de zooplancton nourri aux micro-algues, ou encore pour l'enrichissement des bassins d'élevage en nutriments bio-disponibles.

Le frass (déjections et résidus alimentaires) des larves de mouche soldat noire (*Hermetia illucens*) est un biofertilisant riche en azote, phosphore et potassium, qui stimule la croissance algale tout en s'intégrant dans une économie circulaire. Ainsi, le frass peut être valorisé comme suit pour *Scenedesmus quadricauda* (Dzepe Togue, 2021) :

- Composition et potentiel : Le frass de la mouche soldat noire contient des nutriments essentiels (N, P, K) et des éléments organiques qui stimulent la croissance des microalgues, comparable aux engrais chimiques traditionnels.
- Avantages en aquaculture : Il favorise la production de phytoplancton (Chlorophyta, Chrysophyta) utilisable pour la nutrition des larves de poissons et de crevettes.
- Conditions de production : La valorisation du frass nécessite d'ajuster les doses pour optimiser la production monospécifique de *Scenedesmus quadricauda* tout en évitant la phytotoxicité ou des déséquilibres microbiens dans les bassins de culture.
- Avantages écologiques : Ce processus permet de convertir des déchets organiques en biomasse algale riche, réduisant ainsi les coûts de production en engrais tout en assurant la durabilité des systèmes de production aquacole.

5. Conclusion

Le frass de *Hermetia illucens* s'avère être une alternative efficace et durable pour la culture de *Scenedesmus quadricauda*. La dose de 0,6 g/L est recommandée pour une production optimale, offrant des performances comparables aux fientes de volaille. Ce travail contribue à la valorisation du frass issu des larves de mouche soldat noire (*Hermetia illucens*) en démontrant son potentiel pour la production monospécifique d'une microalgue phytoplanctonique d'intérêt aquacole (*Scenedesmus quadricauda*), tout en s'inscrivant dans une démarche de préservation de l'environnement. La recherche sur le sujet suggère que le frass est une ressource durable pour l'aquaculture et la fertilisation, contribuant à la gestion circulaire des nutriments.

6. Autres considérations

6.1. Conflits d'intérêt

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt.

6.2. Contribution des auteurs

S. A. Rodrigue TONOUKOUEN a conçu l'étude, collecté les données, réalisé les analyses statistiques et rédigé la première version du manuscrit.

E. H. David KPEGOUTON a participé à la collecte des données de terrain et à la rédaction du manuscrit.

D. Clément ADJAHOUINOU a participé à la conception et à la planification scientifique de l'étude, a apporté des critiques constructives et a révisé le manuscrit.

Dr (MC) Diane N. S. KPOGUE GANGBAZO a participé à la conception de l'étude, à la supervision scientifique des travaux et à la révision critique du manuscrit.

Théophile GODOME a contribué à l'interprétation des résultats, à la mise en perspective scientifique et à la relecture critique du manuscrit.

Enfin, tous les auteurs ont fourni les efforts nécessaires à l'élaboration de ce manuscrit, conformément à leur expertise. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

7. Références bibliographiques

- Adande, R., M. N. D. Liady, E. Sossoukpe, E. D. Fiogbe, 2017: Effect of different doses of rabbit manure on the abundance growth rate and production of zooplankton in plurispécific system for fish larvae feeding. *International Journal of Aquaculture*, 7(17), 112-121. doi: 10.5376/ija.2017.07.0017.
- Adite, A., E. D. Fiogbé, J. M. M., Accodji, 2009: *Effects of weaning age on survival and growth factors of Heterotis niloticus larvae*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(6), 1310-1319.
- Agadjihouédé, H., A. C. Bonou, E. Montchowui, P. Lalèyè, 2011 : *Recherche de la dose optimale de fientes de volaille pour la production spécifique de zooplancton à des fins piscicoles*. 20(4), 247-260.
- Agadjihouédé, H., C. A. Bonou, A. Chikou, P. Lalèyè, 2010 : Production comparée de zooplancton en bassins fertilisés avec les fientes de volaille et la bouse de vache. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(2), 432-442.
- Ahmed, N., S. Thompson, M. Glaser, 2018: Global aquaculture productivity, environmental sustainability, and climate change adaptability. *Environmental Management*, 63(2), 159-172
- Akdogbo, H. H., C. A. Bonou, R. Adande, D. S. Sossou, E. D. Fiogbé, 2015 : Optimisation de la production de zooplancton à partir de crottes de porc : dose optimale en milieu renouvelé. *Agriculture Advances*, 4, 15-21. doi: 10.14196/aa.v4i2.1804.
- Anyanwu, R. C., C. Rodriguez, A. Durrant, A. G. Olabi, 2022: Evaluation of Growth Rate and Biomass Productivity of *Scenedesmus quadricauda* and *Chlorella vulgaris* under Different LED Wavelengths and Photoperiods. *Sustainability*, 14(10), 6108; <https://doi.org/10.3390/su14106108>
- Awaïss, A., P. Kestemont, J. C. Micha, 1993 : Étude du premier alevinage du poisson chat africain *Clarias gariepinus* (Birchell, 1822) avec le rotifère d'eau douce *Brachionus calyciflorus* (Pallas). *EAS Special Publication*, 18, 443-453.
- Beesigamukama, D., S. Subramanian, C. M. Tanga, 2022 : Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects. *Scientific Reports*, 12, 7182, <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11336-z>
- Bocek, A., Gray, S., 2002: Water harvesting and aquaculture for rural development. Auburn University, *International Center for Aquaculture and Aquatic Environments* 37(9), 10-18.
- Bonou, C. A., 1990 : Étude de la productivité planctonique dans les étangs d'aquaculture en milieu saumâtre tropical. Doctoral Thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse, 227 pp.
- Dabbadié, L., 1996 : Étude de la viabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrant dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Limnology and Oceanography*, 31, 45-55.
- Dzepe Togwe, D. R., 2021 : Production et valorisation des larves de mouche soldat noire, *Hermetia illucens* (Diptera : Stratiomyidae). Foto, Cameroon: Dschang University, 165 p.
- FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture)., 2010 : Statistique bases de données. Rome: FAO. [Online] Availableat: <<http://www.fao.org>> [Accessed 9 October 2024].
- FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture)., 2018 : La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018. Atteindre les objectifs de développement durable. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Harrison, P., Miller, T., 2018: Optimal growth conditions for freshwater microalgae: Focus on *Scenedesmus quadricauda*. *Algal Research*, 22(4), 178-185.
- Helm, M. M., N. Bourne, A. Lovatelli, 2004: Hatchery culture of bivalves: A practical manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 471. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 177 pp.
- Koussovi, G., D. C. Adjahouinou, F. Niass, P. M. Diédhiou, C. A. Bonou, 2021: Reproduction and embryonic development in the African fresh water prawn *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots, 1851). *International Journal of Aquatic Biology*, 9(3):148-158. DOI: 10.22034/ijab.v9i3.1079
- Kumar, R., Godara, A., 2017: Primary productivity variations in response to organic manures in aquaculture systems. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6), 1571-1578. Disponible à: *Journal Entomol Journal* (Consulté le 14 décembre 2024).
- Lavens, P., Sorgeloos, P., 1996: Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO. 1996. 305 p.

- Lazard, J., 2014 : La diversité des piscicultures mondiales illustrée par les cas de la Chine et du Nigéria. Cahiers Agricultures, 23, 24-33. doi: 10.1684/agr.2014.0680.
- Lizundia, E., F. Luzi, D. Puglia, 2022: Organic waste valorisation towards circular and sustainable biocomposites. Green Chemistry, 24, 5429–5453
- Masi, M., F. Adinolfi Y. Vecchio, G. P. Agnusdei, B. Coluccia, 2024: Toward the Circular Economy in the Aquaculture Sector: Bibliometric, Network and Content Analyses. Sustainability, 16(13), 5405.
- Montchowui, E., H. Agadjihouede, E. N'tcha, P. Laleye, 2012 : Effets de milieux d'élevage sur la survie et la croissance des juvéniles de la carpe africaine, *Labeoparvus Boulenger*, 1902. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 6(5), pp. 2131.
- Mouna A., Gamra, H., 2015 : Contribution à l'inventaire de quelques microalgues vertes d'intérêt nutritionnel dans quelques zones humides de la wilaya d'EL Oued, 3-28.
- Redfield, A. C., 1934: On the proportions of organic derivatives in sea water and their relation to the composition of plankton. James Johnstone Memorial, 176–192.
- Sipaúba-Tavares, L. H., F. M. S. Braga, 2007: The feeding activity of *Colossoma macropomum* larvae (tambaqui) in fishponds with water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) fertilizer. Brazilian Journal of Biology, 67(3), 459–466
- Ungureanu, N., 2026: Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae and Frass. Agriculture, MDP 16(3), 309. <https://doi.org/10.3390/agriculture16030309>,
- Williams, A., S. Patel, T. Zhang, 2022: Optimal substrates for BSF larvae: Comparative analysis of organic waste. Bio-Resources, 14(5), 200-214.
- Zhang, X., Y. Li, Z. Chen, 2021: Role of *Scenedesmus quadricauda* in wastewater treatment and nutrient recycling. Environmental Management, 58(3), 987–996.