

Production continue des macroinvertébrés benthiques d'eau douce en pisciculture à partir des déjections de porc

Hotèkpo Hervé AKODOGBO^{1,3*}, Fadéby Modeste GOUISSI², Midogbo Pierre GNOHOSSOU²
et Emile Didier FIOGBE³

¹ Université d'Abomey-Calavi (UAC), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), 01 BP 2009 Cotonou, Bénin

² Université de Parakou (UP), Faculté d'Agronomie (FA), Laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Productions Animales (LESPA), BP 123 Parakou, Bénin

³ Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Laboratoire de Recherche sur les Zones Humides (LRZH), BP 526 Cotonou, Bénin

(Reçu le 20 Janvier 2023 ; Accepté le 26 Février 2023)

* Correspondance, courriel : hakodogbo1@gmail.com

Résumé

La présente étude a pour objectif d'optimiser la production continue et en masse des macroinvertébrés benthiques d'eau douce à partir des déjections de porc en vue de leur utilisation en pisciculture. L'expérience a été réalisée en triplicat dans 12 seaux regroupés en trois traitements et un témoin qui ont étéensemencés en macroinvertébrés d'eau douce, avec une densité initiale de 11 ind/dm³ (J₀). A partir de J₁₄, la fertilisation a été périodiquement renouvelée dans les seaux des traitements. L'évaluation de la densité des macroinvertébrés a été effectuée tous les 07 jours jusqu'à la fin de l'étude qui a duré 42 jours. Les résultats ont montré que la fertilisation périodique a amélioré la densité des macroinvertébrés ($p < 0,05$) avec une prédominance des Chironomidae. Ainsi, le traitement T₁ offre la meilleure densité en macroinvertébrés (1171 ± 802 ind/dm³) sans la chute de la population, contrairement à T₂ (931 ± 604 ind/dm³) et à T₃ (752 ± 589 ind/dm³) qui ont connu une chute à J₂₈. L'adoption de cette technique a permis d'obtenir en masse et en continue ces proies vivantes à des fins piscicoles.

Mots-clés : *déjection de porc, fertilisation périodique, macroinvertébrés, pisciculture, production continue.*

Abstract

Continuous production of freshwater benthic macroinvertebrates from pig dung in fish farms

The aim of the present study was to optimize the continuous and mass production of freshwater benthic macroinvertebrates from pig dung for use in fish farming. The experiment was carried out in triplicate in 12 buckets regrouped into three treatments and a control, which was seeded with freshwater macroinvertebrates, with an initial density of 11 ind/dm³ (D₀). From D₁₄, fertilization was periodically repeated. The assessment of macroinvertebrate density was conducted every 07 days until the end of the study (42 day).

Results showed that periodic fertilization has improved macroinvertebrate density ($p < 0.05$) with a predominance of Chironomidae. Thus, treatment T_1 offered the best macroinvertebrate density (1171 ± 802 ind/dm³) without the population drop, in contrast to T_2 (931 ± 604 ind/dm³) and T_3 (752 ± 589 ind/dm³) which dropped at D_{28} . The adoption of this technique allowed for continuous mass production of these live prey in fish farms.

Keywords : *Pig dung, periodical fertilization, macroinvertebrates, fish farming, continuous production.*

1. Introduction

Les macroinvertébrés benthiques font partir des organismes aquatiques servant d'aliments à d'autres êtres vivants se trouvant dans les écosystèmes aquatiques [1, 2]. En effet, les insectes (surtout les Chironomidae) et les annélides jouent un rôle déterminant dans la chaîne alimentaire des écosystèmes aquatiques [1 - 3]. Les macroinvertébrés benthiques sont également utilisés comme la nourriture vivante des alevins de poissons carnivores en pisciculture. Leurs larves constituent l'un des produits alimentaires de base dans la ration de presque tous les alevins de poissons carnivores [4 - 8]. Ainsi, divers travaux ont été réalisés pour leur production ; ces travaux ont été souvent faits dans des milieux fertilisés avec de la matière organique. Parmi ces fertilisants organiques, on distingue, entre autre, les déjections animales telles que les fientes de volailles, la bouse de vache, les crottes de lapin, les déjections de mouton et de porc [9 - 11]. Mais, la culture plurispécifique des macroinvertébrés d'eau douce avec ces déjections, notamment celles de porc, n'a pas encore atteint un développement significatif. Cependant la dynamique de leur population produite avec les déjections de porc et la dose optimale de ces dernières pour leur production plurispécifique sont connues. En effet, un tel élevage connaît un taux d'accroissement de courte durée suivi d'une chute le 21^{ème} jour de production [10]. Des problèmes subsistent donc quant à l'obtention d'une production convenable et durable en vue de leur utilisation en pisciculture. Il est alors indispensable de trouver des techniques simples pour améliorer et maintenir la densité maximale de ces macroinvertébrés afin d'éviter sa chute, dans le but d'en avoir pendant une longue période. Cette étude vise l'optimisation de la production plurispécifique en continue et en masse des macroinvertébrés benthiques d'eau douce à partir des déjections de porc, à travers la dynamique de la production axée sur la fertilisation périodique des milieux de culture. Elle permettra aux pisciculteurs ruraux d'assurer une production convenable de cette nourriture vivante locale sans rupture d'aliment pendant la période d'alevinage. Elle favorisera ainsi la réduction des coûts de production des juvéniles de poisson.

2. Matériel et méthodes

2-1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué de 12 seaux en plastique de 80 litres de capacité chacun. Ces seaux sont disposés à l'air libre sur la station de recherche sur la diversification de la pisciculture du Laboratoire de Recherche sur les Zones Humides (LRZH), de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC). Ils sont regroupés en trois traitements (T_1 , T_2 et T_3) et un témoin (T_0) à raison de 3 réplicats par traitement. Le témoin a été également répété 3 fois. Avant le démarrage de l'expérience, les seaux ont été lavés à l'eau de javel, rincés abondamment et laissés sécher pendant 24 h. Le jour suivant, chaque seau a reçu 10 dm³ de substrat (50 % de déjections de porc et de 50 % de sable, soit 150 g de déjections sèches de porc par dm³ de substrat) et 20 L d'eau [10]. Les seaux ont étéensemencés en macroinvertébrés benthiques d'eau douce, récoltés dans les étangs de la station de recherche, avec une densité initiale de 11 ind/dm³ (J_0). Au 14^{ème} jour de production, la fertilisation a été renouvelée périodiquement

dans les seaux du traitement T_1 une fois par semaine (J_{14} , J_{21} , J_{28} et J_{35}) avec le tiers (1/3) de la dose initiale de déjections. La fertilisation a été renouvelée dans les seaux du traitement T_2 une fois toutes les deux semaines (J_{14} et J_{28}) avec les deux tiers (2/3) de la dose initiale de déjections. Enfin, elle a été renouvelée dans les seaux du traitement T_3 une fois toutes les trois semaines (J_{14} et J_{35}) avec la totalité de la dose initiale de déjections. Les seaux du témoin (T_0) n'ont pas été refertilisés (une seule fertilisation au début de l'expérience). A chaque refertilisation, la moitié de l'eau (10 L) a été également renouvelée avec l'eau de forage ; mais l'eau extraite est filtrée sur un tamis de 200 μm de vide de maille en vue de retenir les macroinvertébrés qui seront retournés dans leurs milieux de production. Un échantillonnage a été réalisé tous les 07 jours pendant 42 jours en vue d'évaluer la densité des différents groupes de macroinvertébrés. Tous les seaux ont été couverts avec des toiles de moustiquaire.

2-2. Mesure des paramètres physico-chimiques

Au cours de l'expérience, les paramètres physiques et chimiques des milieux de culture (température, pH, oxygène dissous et conductivité) de l'eau ont été mesurés, *in situ*, une fois par semaine. Le pH, la conductivité et la température ont été mesurés avec un conductimètre multiparamètre W340i. L'oxygène dissous a été mesuré à l'aide d'un oxymètre de marque HANNA (HI 9143 Microprocessor Auto Cal Dissolved Oxygen Meter). Diverses analyses chimiques de l'eau de chaque milieu de production ont été ensuite faites avec 500 mL d'eau prélevées dans des bouteilles en plastique. Ainsi, l'ammonium, les nitrates, les nitrites et les phosphates sont respectivement dosés par les méthodes de Nessler-380, de réduction au Cadmium-335, de Diazotation-371 et de phosver 3-490 avec le spectrophotomètre HACH.

2-3. Suivi de la production des macroinvertébrés

Les macroinvertébrés ont été échantillonnés tous les sept (07) jours après l'ensemencement (J_0) et ceci pendant 42 jours (J_{42}) en vue d'évaluer leur densité. Dans chaque seau, 0,1 dm^3 de substrat a été prélevé puis tamisé sur une soie de 500 μm de vide de maille. Après tamisage, l'échantillon est fixé au formol (10 %) pour la conservation des organismes jusqu'à leur tri et à leur comptage. Lors du dépouillement, l'échantillon est rincé à l'eau de forage pour éliminer le formol. Il est ensuite observé à la loupe binoculaire de marque Nikon SMZ 745 afin d'isoler et d'identifier les organismes qui y sont présents. Ces derniers sont comptés afin de calculer les densités des divers groupes de macroinvertébrés puis conservés dans des piluliers contenant de l'alcool à 70 %. Pour l'identification des différents groupes de macroinvertébrés, des clés et des ouvrages ont été utilisées ont [12 - 16].

2-4. Analyses statistiques

L'analyse statistique des résultats obtenus est réalisée à l'aide du logiciel statistique SAS version 9.4 à un seuil de 5 % par la méthode d'analyse de variance à un critère de classification (ANOVA I). Le LSD (Least Significant Difference) de Fisher est utilisé pour comparer les différentes moyennes.

3. Résultats

3-1. Variation des paramètres physico-chimiques

Les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau des différents milieux de production des macroinvertébrés sont présentées dans le **Tableau 1**. Les températures moyennes de l'eau des seaux tournent autour de $29,75 \pm 0,93^\circ\text{C}$ et ont peu fluctué. La différence n'est pas significative ($p > 0,05$) entre

les différents milieux de culture. Les valeurs moyennes du pH sont les plus élevées dans les milieux du traitement T₃ ($7,06 \pm 0,14$) et les plus faibles dans ceux du traitement T₂ ($6,93 \pm 0,22$) avec une différence significative ($p < 0,05$) entre ces deux traitements. Les valeurs moyennes du pH dans les milieux du traitement T₁ et du témoin (T₀) tourne autour de $6,97 \pm 0,23$. Les valeurs moyennes de l'oxygène dissous sont les plus élevées dans les milieux du traitement T₁ ($4,19 \pm 0,49$ mg/L) et les plus faibles dans ceux du traitement T₃ ($3,48 \pm 0,57$ mg/L) avec une différence significative ($p < 0,05$) entre tous les traitements et le témoin. La conductivité est la plus faible dans les milieux du traitement T₁ et la plus élevée dans ceux de traitement T₃. Les concentrations moyennes de NH₄⁺, de NO₃⁻ et de PO₄³⁻ augmentent de façon régulière avec les différentes doses de déjections de porc. Elles sont plus élevées dans les seaux refertilisés avec la totalité de la dose initiale de déjections (T₃) et plus faibles dans les témoins (non refertilisés). Il y a de différences significatives ($p < 0,05$) entre tous les traitements (T₁, T₂ et T₃) et le témoin (T₀) pour les taux de l'ammonium, de nitrates, de nitrites et de phosphates.

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques de l'eau des différents milieux de production

	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Température (°C)	$29,70 \pm 0,87^a$	$29,75 \pm 0,93^a$	$29,79 \pm 0,98^a$	$29,76 \pm 0,94^a$
pH	$6,97 \pm 0,22^{ab}$	$6,97 \pm 0,25^{ab}$	$6,93 \pm 0,22^a$	$7,06 \pm 0,14^b$
Oxygène dissous (mg/L)	$4,00 \pm 0,59^a$	$4,19 \pm 0,49^b$	$3,76 \pm 0,4^c$	$3,48 \pm 0,57^d$
Conductivité (µS/cm)	$1820,48 \pm 104,76^a$	$1791,81 \pm 100,69^b$	$1833,10 \pm 10942^a$	$1860,90 \pm 131,54^c$
NH ₄ ⁺ (mg/L)	$13,78 \pm 10,63^a$	$15,63 \pm 8,87^b$	$17,50 \pm 7,87^c$	$18,47 \pm 6,9^d$
NO ₃ ⁻ (mg/L)	$17,53 \pm 3,88^a$	$22,43 \pm 5,81^b$	$24,50 \pm 8,11^c$	$25,513 \pm 8,53^d$
NO ₂ ⁻ (mg/L)	$0,0757 \pm 0,011^a$	$0,0689 \pm 0,019^b$	$0,0699 \pm 0,019^c$	$0,0621 \pm 0,034^d$
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	$7,71 \pm 2,85^a$	$9,26 \pm 1,43^b$	$11,31 \pm 3,16^c$	$15,63 \pm 9,80^d$

Légende : Les valeurs d'une même ligne indicées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5 %.

3-2. Densités des macroinvertébrés benthiques

Les groupes de macroinvertébrés benthiques identifiés dans le cadre de cette étude sont les mollusques (09,58 %) et les Chirominidae (90,42 %) qui sont les plus abondants. Selon la **Figure 1**, les densités moyennes totales des macroinvertébrés sont plus importantes dans les milieux fertilisés périodiquement par rapport aux témoins. En effet, les densités les plus élevées sont obtenues dans les seaux des traitements T₁ (fertilisation tous les 07 jours) et T₂ (fertilisation toutes les 2 semaines) tandis qu'elles sont faibles dans les milieux du traitement T₃ (fertilisation toutes les 3 semaines) et dans ceux du témoin (une seule fertilisation au début de l'expérience). La densité la plus importante des macroinvertébrés est observée avec le traitement T₁ (1171 ± 802 ind/dm³). Cette densité est suivie de celle du traitement T₂ (931 ± 604 ind/dm³). Mais, la densité de ces organismes au niveau du traitement T₃ (752 ± 589 ind/dm³) est légèrement supérieure à celle du témoin (707 ± 471 ind/dm³). L'analyse de variance à un seul critère (ANOVA I) révèle qu'il y a de différence significative entre les densités moyennes des macroinvertébrés des traitements T₁ et T₂ ($P < 0,05$). Par contre il n'y a pas de différence significative entre celles du traitement T₃ et du témoin ($P > 0,05$).

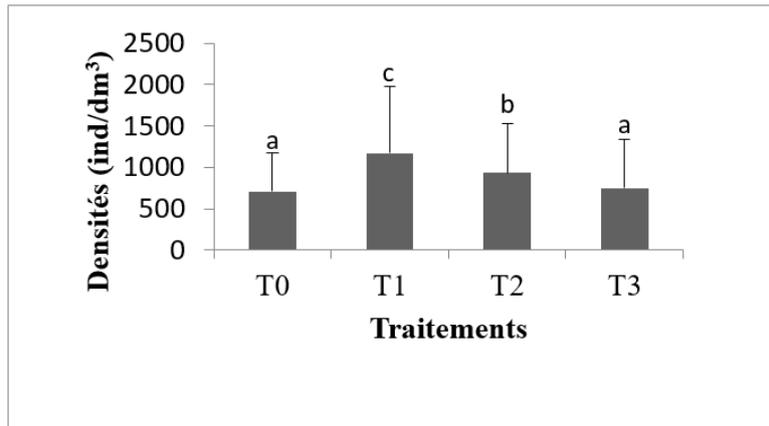


Figure 1 : Densités totales des macroinvertébrés benthiques des différents milieux de production

Légende : Les barres n'ayant pas les mêmes lettres sont significativement différentes au seuil de 5 %

Les densités moyennes totales des macroinvertébrés des milieux témoins (T_0) ont atteint leur pic le 21^{ème} jour de production (1280 ind/dm³). Tandis que les densités des milieux des traitements T_2 et T_3 ont atteint leur pic le 28^{ème} jour de production (respectivement 1597 ind/dm³ et 1580 ind/dm³), soit deux semaines après la première refertilisation. Ces densités ont diminué jusqu'à la fin de l'expérience au niveau de T_0 et de T_3 . Par contre, au niveau de T_2 , elles ont chuté à J_{35} (1093 ind/dm³) puis ont légèrement augmenté à J_{42} (1353 ind/dm³). Par ailleurs, la production des macroinvertébrés a régulièrement augmenté au niveau du traitement T_1 durant toute la durée de l'expérimentation avec une densité moyenne du 2097 ind/dm³ à J_{42} (**Figure 2**).

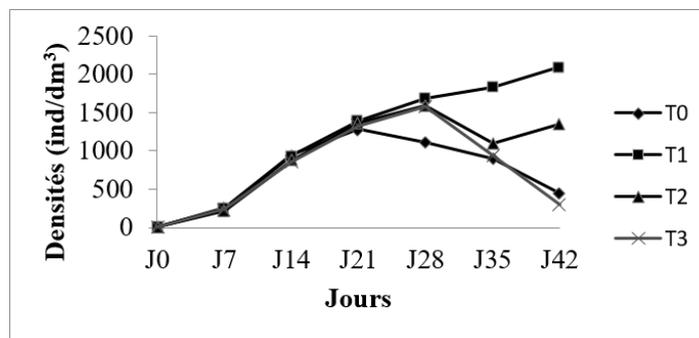


Figure 2 : Évolution de la densité totale des macroinvertébrés benthiques des différents milieux de production en fonction du temps

Les densités moyennes des mollusques les plus élevées sont obtenues dans les milieux des traitements T_2 et T_1 , tandis qu'elles sont faibles dans ceux du témoin (T_0) puis très faibles dans ceux de traitement T_3 . Ainsi, la densité moyenne des mollusques est plus importante avec le traitement T_2 (96 ± 56 ind/dm³) qui est suivie de celle du traitement T_1 (93 ± 50 ind/dm³). L'analyse de variance à un seul critère (ANOVA I) révèle qu'il n'y a pas de différence significative ($P > 0,05$) entre les densités moyennes des mollusques des différents milieux de production (T_0 , T_1 , T_2 et T_3) (**Figure 3**).

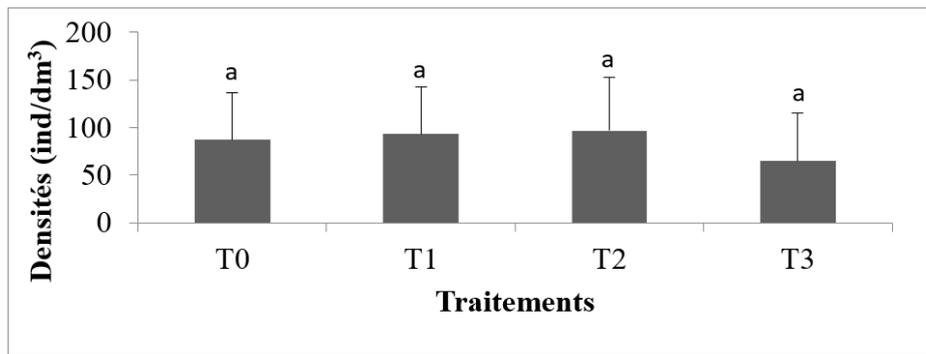


Figure 3 : Densités totales des mollusques des différents milieux de production

Légende : Les barres n'ayant pas les mêmes lettres sont significativement différentes au seuil de 5 %

Les densités moyennes des Chironomidae les plus élevées sont obtenues dans les seaux des traitements T₁ et T₂, tandis qu'elles sont faibles dans ceux du traitement T₃ et du témoin (T₀). Ainsi, la densité moyenne des Chironomidae la plus importante est observée avec le traitement T₁ ($1078,43 \pm 758,70$ ind/dm³) qui est suivie de celle du traitement T₂ ($834,14 \pm 551,33$ ind/dm³). L'analyse de variance à un seul critère (ANOVA I) révèle qu'il y a de différence significative ($P < 0,05$) entre les densités moyennes des Chironomidae des traitements T₁ et T₂. Par contre il n'y a pas de différence significative ($P > 0,05$) entre celles de T₃ et de T₀ (**Figure 4**).

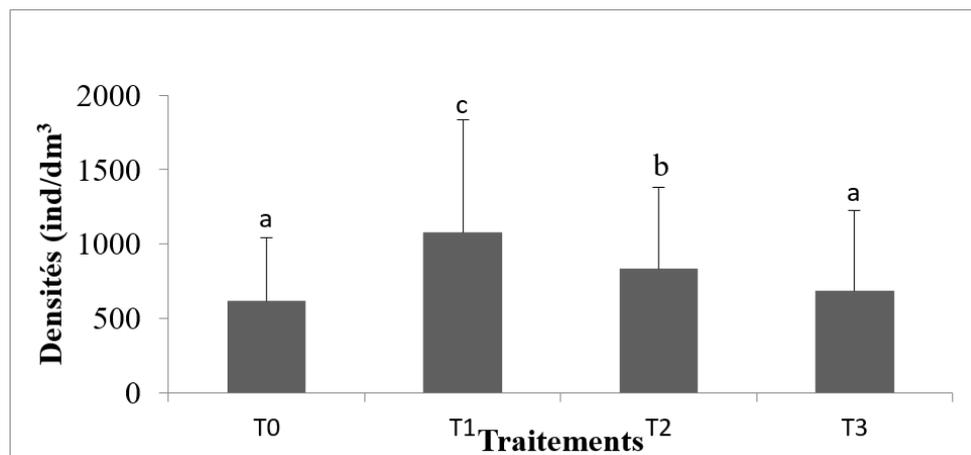


Figure 4 : Densités totales des Chironomidae des différents milieux de production en fonction du temps

Légende : Les barres n'ayant pas les mêmes lettres sont significativement différentes au seuil de 5 %

Comme le montre la **Figure 5**, les densités moyennes des Chironomidae dans les seaux des milieux témoins (T₀), ont atteint leur pic le 21^{ème} jour de production (1137 ind/dm³). Tandis que ceux des milieux des traitements T₂ et T₃ ont atteint leur pic le 28^{ème} jour de production (respectivement 1453 ind/dm³ et 1470 ind/dm³), soit deux semaines après la première refertilisation. Ces densités ont diminué jusqu'à la fin de l'expérience au niveau du traitement T₂ et du témoin (T₀). Par contre, au niveau de T₂, elles ont chuté à J₃₅ (963 ind/dm³) puis ont légèrement augmenté à J₄₂ (1237 ind/dm³). Par ailleurs, la production des Chironomidae a régulièrement augmenté dans les milieux du traitement T₁ durant toute la durée de l'expérimentation avec une densité moyenne de 1973 ind/dm³ à J₄₂.

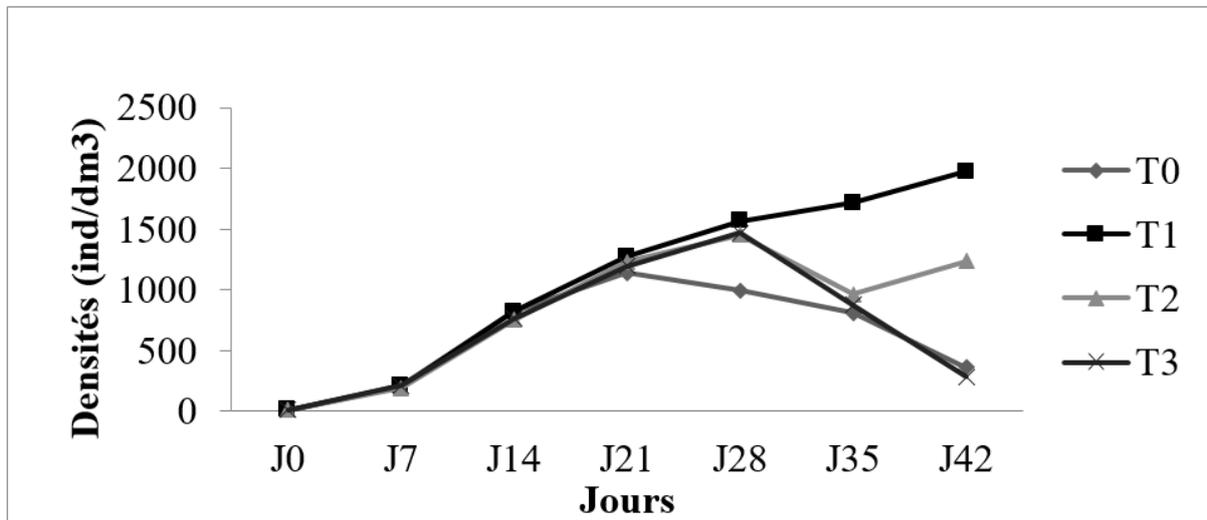


Figure 5 : *Évolution de la densité totale des Chironomidae des différents milieux de production en fonction du temps*

4. Discussion

4-1. Variation des paramètres physico-chimiques

Les déjections de porc offrent des conditions satisfaisantes pour un élevage en masse et en continu des macroinvertébrés benthiques d'eau douce [6]. En effet, les paramètres physico-chimiques des milieux de production des macroinvertébrés ont permis le développement des Chironomidae parce que ces organismes ont une tolérance élevée aux conditions défavorables de l'environnement. La température moyenne de l'eau des seaux ($29,75 \pm 0,93^\circ\text{C}$) est conforme à celle d'une bonne production ($27,9$ à $30,2^\circ\text{C}$) de larves de Chironomidae [2]. Les taux d'oxygène dissous dans les différents traitements sont dans les normes pour le développement des Chironomidae car ces derniers peuvent vivre dans des milieux où le taux d'oxygène est inférieur à 2 mg/L [2]. Les valeurs du pH de l'eau des milieux fertilisés sont conformes à celles obtenues par [17] lors de l'élevage des Chironomidae avec de la matière organique ($6,8$ à $7,5$). De même, ces déjections permettent un apport en nutriments du milieu d'élevage. Ainsi, les concentrations en ions ammoniums (NH_4^+), ions phosphates (PO_4^{3-}), ions nitrates (NO_3^-) et ions nitrites (NO_2^-) sont plus élevées dans les seaux refertilisés et sont significativement différentes ($p < 0,05$) de celles des seaux témoins. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par [11, 18 - 22] qui ont montré que l'utilisation des déchets animaux, comme fertilisant, améliore les propriétés physico-chimiques de l'eau. Cet enrichissement des milieux fertilisés est dû à la libération des sels minéraux par les matières organiques (déjections de porc) suite à leur minéralisation [23, 24]. Ainsi, la conductivité de l'eau des différents milieux de culture augmente avec les différentes doses des déjections de porc utilisées pour referiliser. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par [10, 22].

4-2. Densités des macroinvertébrés benthiques

La production des macroinvertébrés benthiques dépend non seulement de la qualité de l'eau mais également de la quantité de la nourriture disponible [25 - 29]. En effet, les densités moyennes obtenues dans les seaux refertilisés avec les déjections de porc sont nettement meilleures à celles des témoins (non referilisés). Ceci s'explique aisément par le fait que l'utilisation périodique de l'engrais organique a un effet positif sur l'abondance des organismes vivants [27 - 29]. Les densités élevées des macroinvertébrés dans les milieux

des traitements T_1 et T_2 s'expliquent par les doses fractionnées des déjections de porc et la fréquence de refertilisation dans ces milieux contrairement au traitement T_3 , qui a reçu la totalité de la dose initiale de ce fertilisant lors de sa refertilisation. L'abondance des Chironomidae dans ces milieux de culture est liée à la nature du substrat ; car la matière organique en décomposition (détrit) est la principale source de nourriture de ces organismes [28 - 30]. Par contre, les mollusques se nourrissent généralement des microphytes [14]. La densité des Chironomidae est plus importante dans les milieux du traitement T_1 car ils ont eu plus de nourritures que dans les autres milieux grâce à la fréquence élevée de refertilisation et à la faible dose de déjection utilisée, contrairement aux traitements T_2 et T_3 . Ce qui est conforme aux travaux de [2] qui ont montré que les meilleurs résultats de production des larves de Chironomidae sont fournis par le substrat qui a la capacité de piégeage alimentaire la plus élevée. La quantité de déjection et la périodicité de refertilisation a donc un effet positif sur la production des Chironomidae. Ceci confirme les travaux de [17] qui ont montré que les doses de déjections animales qui sont très élevées ont des conséquences négatives sur la production optimale des Chironomidae. La chute de la densité maximale des macroinvertébrés et plus précisément celle des Chironomidae, le 21^{ème} jour de production au niveau du témoin (T_0) montre que les conditions environnementales et trophiques sont difficiles à partir de ce jour. La refertilisation périodique des milieux de production a donc un effet positif sur l'amélioration de la densité de ces organismes. De même, la chute de cette densité le 28^{ème} jour de production au niveau de T_2 et de T_3 montre que les doses de déjections de porc et leurs fréquences de refertilisation respectives n'ont pas été efficaces. Ces doses de déjections ne permettent donc pas une production continue des macroinvertébrés. Or, avec le traitement T_1 , la densité des macroinvertébrés a augmenté durant toute l'expérience. Les conditions environnementales des milieux refertilisés avec le 1/3 de la dose initiale de déjections de porc une fois par semaine à partir de J_{14} sont donc favorables au bon développement de ces organismes benthiques et ont permis de maintenir leur densité optimale afin d'éviter la chute de la population tout en l'améliorant [19 - 21]. Ce traitement a ainsi permis la production continue et en masse des différents groupes des macroinvertébrés. Ce qui est en accord avec les résultats de [2 - 9] qui ont montré que la production est améliorée par ajout rationnel de nutriment.

5. Conclusion

La production plurispécifique des macroinvertébrés benthiques d'eau douce à partir des déjections de porc est optimisée à travers la fertilisation périodique des milieux de culture qui ont permis d'éviter la chute de la population et d'améliorer leur densité. En effet, l'utilisation de différentes doses et fréquences de fertilisations périodiques de ces déjections a montré qu'au niveau des traitements T_2 et T_3 on a assisté à une chute de la population après quelques jours de production. C'est le traitement T_2 qui a par contre, offert des conditions favorables pour le développement continu et en masse des divers groupes de ces macroinvertébrés. Il représente donc le traitement efficace. L'adoption de cette technique de production des proies vivantes permet de disposer des densités de populations satisfaisantes qui peuvent être maintenu pendant plusieurs semaines pour la nutrition des alevins de certaines espèces de poisson.

Références

- [1] - A. D. EVANGELISTA, N. R. FORTES and C. B. SANTIAGO, Comparison of some live organisms and artificial diet as feed for Asian catfish *Clarias macrocephalus* (Günther) larvae. *J. Appl. Ichthyol.*, 21 (2005) 437 - 443
- [2] - B. SULISTYARTO, I. CHRISTIANA and R. YULINTINE, Developing production technique of bloodworm (Chironomidae larvae) in floodplain waters for fish feed. *International journal of fisheries and aquaculture*, 6 (4) (2014) 39 - 45
- [3] - S. R. Q. SERRAA, F. COBO, M. A. S. GRAC, S. DOLEDEC and M. J. FEIO, Synthesising the trait information of European Chironomidae (Insecta : Diptera) : towards a new database. *Ecol. Indic.*, 61 (2016) 282 - 292
- [4] - R. G. WETZEL, Limnology, In "Lake and River Ecosystems". Ed. Third Edition, Academic Press, San Diego, (2001) 24570 - 24577
- [5] - I. E. BOGUT, Z. HAS-SCHON, V. ADAMEK and V. RAJKOVIC, *Chironomus plumosus* larvae - a suitable nutrient for freshwater farmed fish. *Poljoprivreda*, 13 (2007) 159 - 162
- [6] - P. DAS, S. C. MANDAL, S. K. BHAGABATI, M. S. AKHTAR and S. K. SINGH, Important live food organisms and their role in aquaculture. *Frontiers in Aquaculture*, 5 (2012) 69 - 86
- [7] - R. MALEKNEJAD, M. SUDAGAR et A. AZIMI, Étude comparative de l'effet de différents régimes d'alimentation sur la biomasse des larves de chironomides et la composition biochimique. *Int. J. Adv. Biol. Biom. Res.*, 2 (4) (2014) 1274 - 1278
- [8] - A. HAMIDOGHLI, B. FALAHATKAR, M. KHOSHKHOLGH and A. SAHRAGARD, Production and Enrichment of Chironomid Larva with Different Levels of Vitamin C and Effects on Performance of Persian Sturgeon Larvae. *North American Journal of Aquaculture*, 76 (3) (2014) 289 - 295
- [9] - A. HOSSAIN, M. HASAN and M. F. A. MOLLAH, Effects of Soybean Meal and Mustard Oil Cake on the Production of Fish Live Food Tubificid Worms in Bangladesh. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3 (3) (2011) 183 - 189
- [10] - H. H. AKODOGBO, C. A. BONOU and E. D. FIOGBE, Production of freshwater benthic macroinvertebrates from pig dung : fertilization effect and optimal dose research. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (1) (2016) 242 - 254
- [11] - R. ADANDE, M. N. D. LIADY, H. K. JANVIER BOKOSSA, G. DJIDOHOKPIN, F. ZOUHIR, G. A. MENSAH et E. D. FIOGBE, Utilisation rationnelle de fertilisants organiques pour la production de macroinvertébrés benthiques d'eau douce en pisciculture. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 22 (4) (2018) 208 - 219
- [12] - J. A. DAY, A. D. HARRISON and I. J. De MOOR, Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa Diptera. *Water Research Commission, Pretoria*, 9 (2003) 288 p.
- [13] - R. STALS and I. J. De MOOR, Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa *Coleoptera*. *Water Research Commission, South Africa*, 10 (2007) 263 p.
- [14] - H. TACHET, M. BOURNEAU, Ph. RICHOUX, P. DESSAIX and E. PATTEE, *Initiation aux invertébrés des eaux douces (famille, quelques genres et espèces)*, France, Paris, (2009) 186 p.
- [15] - J. MOISAN, Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds, (2010) 82 p.
- [16] - M. FORCELLINI, C. MATHIEU et S. MERIGOUX, Atlas des macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion, Convention de la recherche et développement, *Office de l'eau de la réunion*, CNRS, (2011) 137 p.
- [17] - D. KUMAR and U. RAMESH, Emergence de Midge vole larves dans les milieux de culture organique dans des conditions de laboratoire. *Int. J. Biological Technology.*, 3 (2) (2012) 17 - 19
- [18] - A. DHAWAN and S. KAUR, Pig dung as Pond Manure : Effect on Water Quality, pond productivity and Growth of Carps in Polyculture System. *Network of Tropical Aquaculture and Fisheries Professionals*, 25 (1) (2002) 11 - 14
- [19] - L. H. S. TAVARES, R. M. SANTEIRO, R. M. P. COELHO and F. M. BRAGA, Effect of fertilization in water quality and in zooplankton community in open plankton-culture ponds, *Bioscience Journal*, 25 (3) (2009) 172 - 180

- [20] - M. S. PARVEZ, M. S. SARKER, M. S. AZAD and M. SALEQUZZAMAN, Effect on water quality, pond productivity and growth of carps in polyculture system by using homestead organic wastage as pond manure. *International Journal of Sustainable Agricultural Technology*, 2 (2) (2006) 45 - 49
- [21] - H. H. AKODOGBO, C. A. BONO, R. ADANDE, D. S. SOSSOU and E. D. FIOGBE, Optimization of zooplankton production from pig dung optimal dose : renewed medium. *Agricultural Advances*, 4 (2) (2015) 15 - 21
- [22] - H. H. AKODOGBO, A. C. BONO, S. D. SOSSOU, R. ADANDE and D. E. FIOGBE, Comparison of two techniques on the optimization of zooplankton production from pig dung: renewed and non-renewed medium. *International Journal of Multidisciplinary and Current research*, 3 (2015) 200 - 205
- [23] - C. D. PRATAP, A. SUBANNA and J. KRUSHNA, Comparative changes in water quality and role of pond soil after application of different levels of organic and inorganic inputs. *Aquaculture Research*, 36 (8) (2005) 786 - 798
- [24] - H. K. J. BOKOSSA, A. SAÏDOU, E. D. FIOGBE and D. KOSSOU, Decomposition rate of pigs manures and nutrient release pattern in wetland condition. *Agriculture, forestry and fisheries*, 3 (4) (2014) 271 - 278
- [25] - C. T. SOLOMON, S. R. CARPENTER, J. J. COLE and M. L. PACE, Support of benthic invertebrates by detrital resources and current autochthonous primary production : results from a whole-lake 13 C addition. *Freshwater Biol.*, 53 (2008) 42 - 54
- [26] - L. WULANDARI, R. YULINTINE, S. WELSIANA, T. SEPTIANI, T. YURENFRI, Y. RUTHENA, S. GUMIRI, S. H. LIMIN, J. JAUHAINEN, H. VASANDER and A. HARAGUCHI, The composition of macrozoobenthos in tropical peatlands of central Kalimantan, Proceedings of the session on the role of tropical peatlands in global change processes during the open science meeting 2005. *Yogyakarta 27-29 September 2005, LIPI*, (2005) 59 - 64
- [27] - J. KANG'OMBE, J. A. BROWN and L. C. HALFYARD, Effect of using different types of organic animal manure on plankton abundance, and on growth and survival of *Tilapia rendalli* (Boulenger) in ponds. *Aquaculture Research*, 37 (2006) 1360 - 1371
- [28] - J. H. VOS, M. A. G. OOIJEVAAR, J. E. POSTMA and W. ADMIRAAL, Interaction between food availability and food quality during growth of early instar chironomid larvae. *Journal of North American Benthological Society*, 19 (1) (2000) 158 - 168
- [29] - M. CALLISTO, Jr. J. F. GONÇALVES and M. A. S. GRAÇA, Leaf litter as a possible food source for chironomids (Diptera) in Brazilian and Portuguese headwater streams. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 (2) (2007) 442 - 448
- [30] - A. M. SANSEVERINO and J. L. NESSIMIAN, The food of larval Chironomidae (insect, Diptera) in submerged litter in a forest stream of the Atlantic forest (Rio de Janeiro, Brazil). *Acte Limnol. Bras.*, 20 (1) (2008) 15 - 20