

Effet comparé de deux régimes alimentaires enrichis au ver de terre frais ou séché incorporé sur les performances de croissance des juvéniles du Tilapia (*Oreochromis niloticus*) élevés en bassin

[Effect compared of two diets enriched with the fresh earthworm or dried incorporated on the performances of growth of the juveniles of the Tilapia (*Oreochromis niloticus*) raised in basin]

Pierre K. HOUNDONUGBO¹⁻², Antoine CHIKOU¹, Epiphane SODJINO³, Cosme Z. KOUDENOUKPO¹⁻², Rodrigue HAZOUMEN¹⁻², Alphonse ADITE², Clément BONOU⁴, and Appolinaire G. MENSAH⁵

¹Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture. 03 BP 2819 Jéricho, Cotonou, Benin

²Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Unité de Recherche sur les Zones Humides 01 BP 526 Cotonou, Benin

³Université des Sciences Arts et Techniques de Natitingou, Département d'Economie et de Sociologie Rurales, École Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Agronomiques de Djougou, B.P. 73 Djougou, Benin

⁴Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée/ Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi/ Université d'Abomey-Calavi. 01 BP 2009, Cotonou, Benin

⁵Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey.01 BP 884. Recette Principale Cotonou 01, Benin

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: With an aim of reducing the cost of aquacoles feed, we carried out substitution partial of an imported raw material: the fish meal (FP) by under local product: flour of ground worm (FV). The experiment undertaken on the youthful ones of Tilapia (*Oreochromis niloticus*), monosex male, having an initial average weight of $6.24 \pm 0.39\text{g}$ (average weight \pm ES), consists in testing 2 iso-proteinic and iso-energy diets containing the same rates of the various ingredients. During 45 days of experiment the final average weights reached values ranging between $27.66 \pm 4.06\text{g}$ and $42.46 \pm 10.53\text{g}$ according to treatments¹. The best growths and food transformations were obtained with treatments T2 and T3 (specific growth rates: respective TCS = 7.25 ± 0.18 and $7.60 \pm 0.39\%$ and food conversion rate: respective TCA = 1.30 ± 0.94 and 1.28 ± 0.76), while with food T1 one obtained a TCS of $5.90 \pm 0.15\%$ and a TCA of 1.81 ± 0.17 .

Ultimately, and in comparison with the analyses of economic profitability, the results obtained, showed that the incorporation of this by-product (FV) at a rate of 15% involves a profit of 29.1 % on the financial expenses related to the station of the food without causing injury with the growth of fish. Thus, substitution partial of the fish meal by the flour of ground worm is possible and more advantageous when the fish are nourished with the fresh ground worms. It allows, moreover, the reduction of the loads related to the food of Tilapia and the valorization of this neglected by-product.

KEYWORDS: *Oreochromis niloticus*, enlargement, nutrition, worm of fresh ground.

RÉSUMÉ: Dans le but de diminuer le coût des aliments aquacoles, nous avons procédé à la substitution partielle d'une matière première importée: la farine de poisson (FP) par un sous produit local : la farine de ver de terre (FV). L'expérience menée sur des juvéniles de Tilapia (*Oreochromis niloticus*), mono-sexe mâle, ayant un poids moyen initial de $6,24 \pm 0,39$ g (poids moyen \pm ES), consiste à tester 2 régimes alimentaires iso-protéiques et iso-énergétiques contenant les mêmes taux des différents ingrédients. Durant 45 jours d'expérience les poids moyens finaux ont atteint des valeurs comprises entre $27,66 \pm 4,06$ g et $42,46 \pm 10,53$ g selon les traitements. Les meilleures croissances et transformations alimentaires ont été obtenues avec les traitements T2 et T3 (taux de croissance spécifiques : TCS respectifs = $7,25 \pm 0,18$ et $7,60 \pm 0,39$ % et taux de conversion alimentaire : TCA respectifs = $1,30 \pm 0,94$ et $1,28 \pm 0,76$, tandis qu'avec l'aliment T1 on a obtenu un TCS de $5,90 \pm 0,15\%$ et un TCA de $1,81 \pm 0,17$.

En définitive, et au regard des analyses de rentabilité économique, les résultats obtenus, ont montré que l'incorporation de ce sous-produit (FV) à un taux de 15% entraîne un gain de 29,1 % sur les charges financières liées au poste de l'alimentation sans causer de préjudice à la croissance des poissons. Ainsi, la substitution partielle de la farine de poisson par la farine de ver de terre est possible et plus avantageuse lorsque les poissons sont nourris aux vers de terre frais. Elle permet, en outre, la réduction des charges liées à l'alimentation du Tilapia et la valorisation de ce sous-produit négligé.

MOTS-CLEFS: *Oreochromis niloticus*, grossissement, nutrition, ver de terre frais.

1 INTRODUCTION

En aquaculture intensive, le poste alimentation représente une part importante du coût de la production des poissons. L'intérêt économique de ce type d'élevage est donc très dépendant de la disponibilité et du coût des aliments [1], [2]. Ainsi, la réduction des charges liées à l'alimentation, et par conséquent la maîtrise du coût de production des poissons d'élevage, est l'une des priorités en aquaculture [3].

Pour cela, les aquaculteurs doivent avoir recours à d'autres sources alternatives de protéines, qui ne sont pas directement utilisables pour la consommation humaine [4], [5], [6] et qui fournissent aux organismes l'ensemble des éléments requis pour leur croissance et leur survie. Il est donc évident que la formulation des régimes alimentaires à moindre coût soit un critère déterminant pour le développement de l'élevage de *Oreochromis niloticus* au Bénin. C'est donc dans cette optique que l'utilisation des vers de terre, en général et de l'espèce *Eisenia foetida* en particulier, à travers son incorporation dans l'alimentation des poissons est important vue sa teneur élevée en protéine et sa disponibilité en tout temps et en toute saison.

Il faut souligner que la présente étude, qui fait suite à une précédente, a principalement pour objectif d'évaluer les effets comparés de ver de terre frais en complément alimentaire ou séché incorporé sur la croissance de *O. niloticus* tout en proposant des formules adaptées à la pisciculture rurale.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE

Cette étude a été réalisée dans des bassins carrés de 1m^3 installés en circuit fermé à la station expérimentale d'élevage des poissons située dans le Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture (LHA) de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'université d'Abomey-Calavi. Deux traitements alimentaires T1 et T2, iso-protéiques et iso-énergétiques et à hautes valeurs nutritives, destinés pour l'alimentation du Tilapia en phase de pré grossissement, ont été élaborés à partir des matières premières conventionnelles et non conventionnelles.

Dans le traitement T1, le ver de terre a été incorporé sous forme de farine (FV) tandis que dans le traitement T2 il a été servi frais, en complément alimentaire aux alevins de *O. niloticus*, les matins à une quantité correspondante au tiers de la ration journalière. Le traitement T3 (Coppens de 3mm) a servi de témoin.

Tableau 1: Composition biochimique des ingrédients (exprimée en % de matière sèche)

Ingrédients	Farine de Poisson	Farine de Soja	Farine de maïs jaune	Farine de Ver de terre (<i>Eisenia foetida</i>)	Farine de moringa
Composition (% MS)					
Matière sèche ¹	91,47	88,96	86,12	nc	25
Protéines	47,21	43,50	7,84	59	6,7
Lipides	1,62	1,38	1,43	9	1,7
Fibres	0,95	6,60	6,59	<5	0,9
Cendres	28,14	5,80	1,32	17	nc
ENA ²	13,55	31,68	68,94	15	nc
Calcium (g/Kg)	6,31	0,29	0,03	nc	440 mg
Phosphore (g/Kg)	3,89	0,71	0,25	nc	70 mg
AAE (g/100 g MS) ³					
Lysine	5,05	2,79	0,17	6,8	+4,3
Valine	3,91	1,41	0,30	4,7	7,1
Leucine	4,62	3,53	0,80	7,2	9,3
Histidine	1,48	0,98	0,17	2,60	+2,1
Arginine	3,15	3,48	0,30	6,00	6,0 g/16g
Thréonine	3,32	1,68	0,20	5,2	4,9
Isoleucine	2,11	1,61	0,25	4,3	6,3
Méthionine + Cystéine	2,31	1,08	0,28	nc	2,0
Tryptophane	0,91	0,69	0,06	nc	+1,9
Phénylalanine	2,73	1,83	0,58	3,8	+6,4

nc = non connu

1 par rapport à la matière fraîche.

2 Extractif Non Azoté = 100 % - (% lipide + % teneur en eau + % protéines + % fibres + % cendres).

3 Acides aminés essentiels.

Sources: [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13] et [14].

Les ingrédients bruts sont finement broyés et tamisés à l'aide d'un tamis de 400 micromètres. Pour chaque aliment les ingrédients ont été pesés et mélangés jusqu'à l'obtention d'une poudre homogène. De l'eau chaude a été ensuite ajoutée à raison de 60% de la matière sèche, de manière à obtenir une pâte malléable qui, passée à travers la filière d'un hachoir à viande (TC 22SL), donne des filaments de 2 mm de diamètre (spaghettis). Ces filaments sont par la suite séchés au soleil, fragmentés à la taille désirée, ensachés et stockés jusqu'à la distribution.

Ces aliments ont été testés sur des juvéniles de Tilapia *Oreochromis niloticus*, d'un poids moyen initial de 6,24 ± 0,59 g (Poids moyen ± ES).

Au total 270 poissons ont été pesés individuellement et répartis aléatoirement dans 3 triplets de bassins de 400 litres de volume utile, soit 30 poissons par bassin, formant ainsi trois traitements en triplicat correspondant chacun à un aliment. Les poissons sont stockés dans les bassins 3 jours avant le début de l'expérience pour les acclimater aux nouvelles conditions.

Ils sont nourris, manuellement, avec les aliments expérimentaux, à raison de trois repas par jour (8h00, 13h00 et 18h00) sauf les jours de contrôle. Ils étaient considérés à satiété quand ils ne prêtaient plus aucune attention aux granulés. Tous les 7 jours les poissons sont pesés et comptés et une rotation de bassin est effectuée pour supprimer l'effet bassin.

Au cours de l'expérience, les paramètres physico-chimiques (température, oxygène dissous et à saturation, pH, TDS, Conductivité et Salinité) de l'eau ont été mesurés trois fois par jour et pendant trois jours dans la semaine afin d'apprécier leur impact sur la croissance des poissons. La température et l'oxygène dissous ont été mesurés respectivement à 0,1°C près et à 0,01mg.l⁻¹ près à l'aide d'un oxythermomètre WTW Oxi 197. Le pH a été mesuré à 0,1 unité de pH près à l'aide d'un pH-mètre PIERRON HI 1290. Les différentes mesures ont été effectuées à 7h30, 12h30 et 17h30.

Les dosages de nitrites et d'ammoniaque ont été hebdomadaires, et réalisés par colorimétrie le même jour du prélèvement de l'eau.

L'analyse économique réalisée ne concerne que les coûts liés à l'alimentation. Le coût d'utilisation se rapporte ici au coût de fabrication et de transport pour les aliments tests et au prix de revient pour l'aliment industriel commercial utilisé comme référence. La comparaison entre traitements a porté sur les coûts d'utilisation des aliments et les coûts de production de poisson liés à l'alimentation. En plus, les taux de réduction relatifs à ces coûts par rapport à ceux de l'aliment témoin T3 ont été évalués. Le taux de chaque ingrédient mélangé pour cent grammes d'aliment figure dans le tableau 2.

Tableau 2 : Composition centésimale des aliments expérimentaux

N°	Ingrédients	Aliment à base de farine de vers de terre	Aliment à base de vers de terre
		incorporés T1	frais T2
1	Farine de poisson	25	25
2	Tourteau de soja	20	20
3	Farine de maïs jaune	35	35
4	Ver de terre	15	15
5	Farine de moringa	5	5
6	Huile de palme	1	1
7	Méthionine	0,5	0,5
8	Lysine	0,5	0,5
	Protéine (% MS)	39,655	39,655

2.2 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

L'analyse statistique des résultats obtenus a été effectuée à l'aide du logiciel Statview 5.1 par la méthode d'analyse de variance à un critère de classification (ANOVA1). Le test de Hartley a permis de tester l'homogénéité des variances [15] et le test LSD (Least Significant Difference) [16] a permis de déterminer les différences éventuelles entre les résultats obtenus pour chaque moyenne calculée en fonction des traitements. Un seuil de probabilité de 5% a été retenu [17].

Pour ce qui concerne les données biométriques, au préalable chaque répétition est considérée comme une observation avant tout calcul de moyennes pour des comparaisons.

3 RÉSULTATS

3.1 EVOLUTION DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU

L'évolution des principaux paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage en fonction des semaines est représentée dans la figure1.

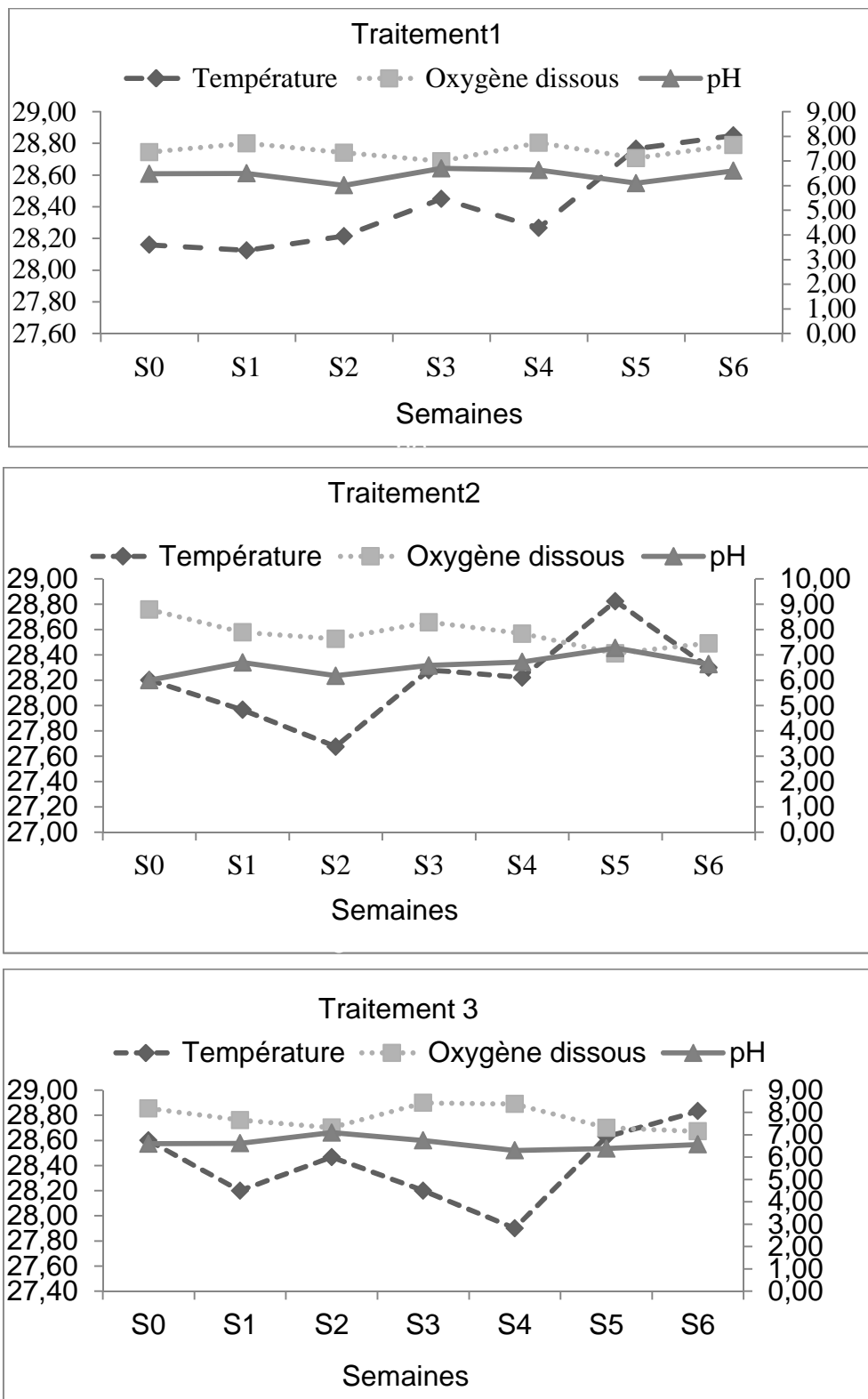


Fig. 1. Evolution des paramètres physico-chimiques de l'eau dans les bassins en fonction des semaines.

Pour chaque traitement, la température est représentée sur l'axe principal à gauche puis le pH et l'oxygène dissous sur l'axe secondaire à droite.

Les valeurs moyennes des paramètres de l'eau ont subi en général une faible variation pendant toute la période d'étude. Dans l'ensemble les températures ont oscillé entre 24,5°C et 29°C pour le traitement 1, entre 25°C et 29,9°C pour le traitement 2 et enfin entre 25,2°C et 28,9°C pour le traitement 3. Les valeurs de l'oxygène dissous sont relativement élevées et varient de 5,92 mg à 9,03 mg/l ; 6,13 à 9,49 mg/l et de 6,04 à 9,41 mg/l respectivement pour les traitements 1 ; 2 et 3. Les plus fortes valeurs de l'oxygène dissous sont enregistrées les premiers jours de l'expérimentation et seraient liées à l'abondance relative de phytoplancton dans les milieux pendant cette période.

Les plus faibles valeurs de température et d'oxygène dissous sont enregistrées les matins.

Les valeurs du pH varient peu et se situent entre 6 et 7,9 pour les traitements 1 et 2 puis entre 6,1 et 7,9 pour le traitement 3. Les plus fortes valeurs sont aussi enregistrées au début de l'expérimentation. On notera donc que ces paramètres sont a priori soumis aux conditions de l'environnement.

Quant à la conductivité et aux Solides totaux dissous (TDS) les valeurs moyennes sont respectivement 516,35(μS/cm) ; 520,79(μS/cm) et 524,91(μS/cm) puis 346(mg/l) ; 353(mg/l) et 355(mg/l) pour les traitements 1 ; 2 et 3. Il n'existe cependant pas une différence significative entre les moyennes d'une semaine à l'autre lorsqu'elles sont soumises à une analyse de variance à un critère au seuil de 5%. La salinité est restée constante toute la période d'étude à 0,02 g/l.

La teneur en nitrites a varié entre 0 mg/L et 0,112 mg/L, tandis que celle de l'ammoniaque a varié entre 0,005 mg/l et 0,310 mg/l pour tous les traitements. Ces écarts théoriques n'ont toutefois pas pu montrer qu'il existe une différence significative entre les traitements ($p>0,05$) pour ces paramètres mesurés. La source unique d'approvisionnement en eau de tous les bassins est donc à la base de la similarité des valeurs des paramètres mesurés dans les bassins d'élevage.

3.2 CROISSANCE DES POISSONS

Les aliments testés ne sont pas toxiques pour les poissons et ont présenté, sur le plan physique, une meilleure cohésion des granulés tout comme l'aliment témoin. Tout au long de l'expérience, les poissons n'ont présenté aucun signe pathologique et n'ont pas subi de mortalités élevées. Les taux de survie moyens en fin de l'expérience, sont compris entre $98,88\pm 1,92$ et $100\pm 0,00$. L'analyse statistique montre que la différence entre les taux de survie des différents lots n'est pas significative ($P>0,05$), ceci permet d'attribuer les mortalités enregistrées plutôt aux manipulations lors des contrôles biométriques qu'à la composition des régimes alimentaires étant donné qu'elles sont survenues au lendemain des contrôles de croissance.

Les performances zootechniques et de l'efficacité de transformation des aliments chez *Oreochromis niloticus* au cours de grossissement sont regroupés dans le tableau 3 et la figure 2. Cette dernière illustre les courbes de croissance obtenues pour les divers traitements.

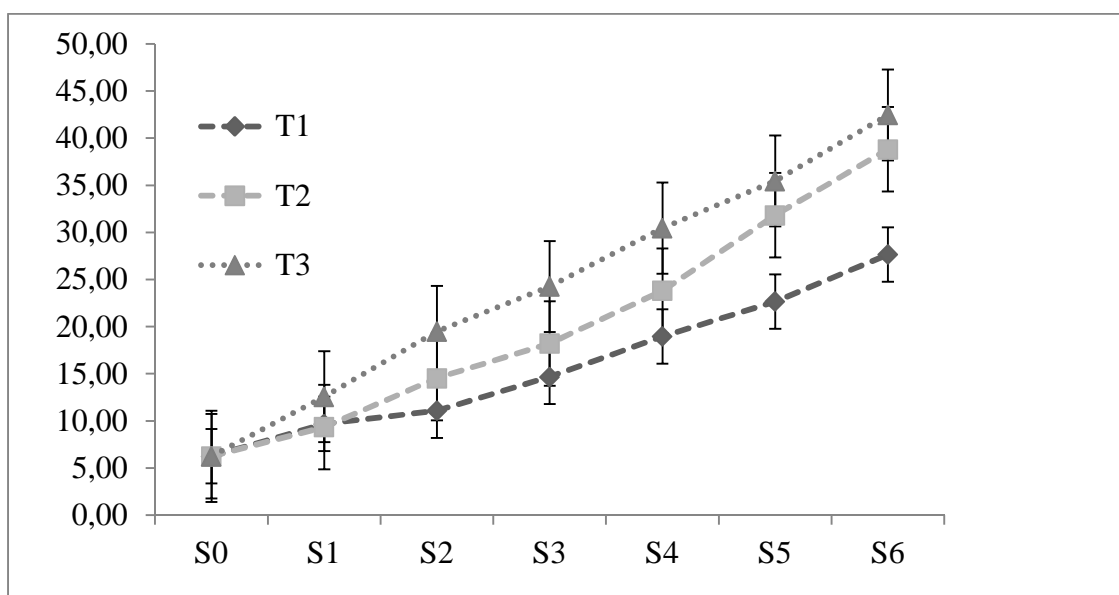


Fig. 2. Evolution de la croissance des alevins en fonction des semaines

Tableau 3: Performances de croissance de *O. niloticus* nourri avec les différents traitements

Variables	Régimes alimentaires		
	T1	T2	T3
PMI (g)	6,24±0,59 ^a	6,25±0,15 ^a	6,23±45 ^a
PMF (g)	27,66 ± 4,06 ^a	38,82 ± 3,51 ^b	42,46 ± 10,53 ^b
TS (%) ²	98,88±1,92 ^a	100±0,00 ^a	98,88±1,92 ^a
GP (g/j/ind) ³	0,71 ± 0,13 ^a	1,06±0,24 ^b	1,11± 0,13 ^b
TCS (%) ⁴	5,90 ±0,15 ^a	7,25±0,18 ^b	7,60±0,39 ^b
TCA (g/g) ⁵	1,81±0,17 ^a	1,30±0,94 ^b	1,28 ±0,76 ^b
Ra (g/j) ⁶	16,18±0,64 ^a	22,72±0,64 ^b	26,75±0,42 ^c
CEP ⁷	2,10±0,21 ^a	2,31±0,17 ^a	2,11±0,18 ^a
Prix/Kg (f cfa)	291	291	1000
CUA (DT) ⁸	526,71	378,3	1280

- 1) Sur chaque ligne, les moyennes accompagnées de ESM, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$).
- 2) Taux de survie (%) = $100(N_{pf}/N_{pi})$; N_{pi} et N_{pf} = nombre de poissons au début et à la fin de l'expérience.
- 3) Gain de poids (g/j/ind) = $(P_{mf} - P_{mi}) / (\text{durée de l'expérience en jour})$.
- 4) Taux de croissance spécifique (%) = $100 (dt) \cdot \ln (P_{mf}/P_{mi})$; dt : durée de l'expérience (j).
- 5) Taux de conversion alimentaire = $(\text{Quantité d'aliment ingérée rapportée à la matière sèche}) / (\text{Biomasse produite})$.
- 6) Ration alimentaire, exprimée en g/jour.
- 7) Coefficient d'efficacité protéique = $(\text{Biomasse produite}) / (\text{protéines ingérées})$.
- 8) Coût unitaires alimentaire = TCA (prix d'un Kg d'aliment).

Les paramètres zootechniques de fin d'expérience montrent que les poids moyens finaux des poissons varient entre 27,66 ± 4,06g pour le lot nourri avec le régime T1 (à base de la farine de ver de terre) et 42,46 ± 10,53g pour celui qui a reçu le régime T3 (traitement témoin).

Le test de Duncan montre qu'il n'y a pas de différence significative ($P > 0,05$) entre les poids moyens finaux des régimes T2 et T3 soit respectivement 38,82g et 42,46g contrairement à T1 (farine de ver de terre incorporé).

Les taux de croissance TCS calculés varient entre 5,9% chez les poissons nourris avec le régime T1, et 7,6% chez ceux nourris avec le régime T3, avec une différence non significative entre T2 et T3 contrairement à T1. Les taux de conversion alimentaire sont compris entre 1,28 et 1,81 respectivement pour les régimes T1 et T3.

Ainsi, les poissons recevant des aliments contenant les vers de terre, se distinguent par une bonne croissance pondérale et transformation alimentaire. Cette performance est plus accrue au niveau de T2, recevant un aliment à 15% de ver de terre frais (*Eisenia foetida*) donné en complément alimentaire, avec un Taux de Croissance Spécifique (TCS) de 7,25±0,18 et un Taux de Conversion Alimentaire (TCA) de 1,30±0,94 indiquant une bonne digestibilité des aliments du fait de la nature des ingrédients et la forme granulée des aliments expérimentaux.

La teneur en eau diminue dans les carcasses des poissons en fin d'expérience par comparaison à l'état initial. La quantité journalière moyenne d'aliment a variée entre 16,18±0,64(g) pour (T1) et 26,75±0,42(g) pour (T2).

4 DISCUSSION

Le démarrage du processus de développement des populations après la mise en charge semble être étroitement lié aux conditions favorables que présentent ces milieux [18]. En effet, au début de l'expérimentation, les concentrations initiales en sels nutritifs sont fortes et conduisent ainsi à la richesse des milieux en phytoplancton. L'assimilation de ces sels nutritifs par les microalgues justifierait leur diminution progressive notée par la suite dans les milieux comme l'ont prouvé plusieurs études [19], [20]. Parallèlement à la diminution des sels, on observe une diminution du phytoplancton et du zooplancton surtout dans les milieux. [20] ont observé des phénomènes similaires dans les étangs de pisciculture lagunaire à Layo (Côte d'Ivoire) lors d'une étude de recolonisation après la mise en eau. Ce phénomène n'est donc pas de nature à empêcher l'expression des sujets soumis au test.

Les températures mesurées se situent dans les optimums recommandés par [21], [22] et [23], [24] et [25]. Les différentes valeurs de température n'ont pas influencé la croissance des poissons.

Pour toute la période d'étude les valeurs de pH (6 à 7,9) et de l'oxygène dissous (5,92 mg à 9,49 mg/l) sont compatibles à la croissance de *O. niloticus* [26], [27] Mélard et Philippart 1980). Des valeurs de nitrite et d'ammoniaque supérieures aux nôtres ont été aussi rapportées par [28].

Dans l'ensemble, les paramètres de l'eau n'ont pas eu d'influences sur la croissance des alevins élevés.

Pour ce qui concerne la qualité des régimes expérimentaux, les ingrédients alimentaires sont de hautes valeurs énergétiques et protéiques.

[29] indiquent que la digestibilité d'un aliment dépend de la nature des ingrédients utilisés. Ils mentionnent que des ingrédients peuvent paraître d'excellentes sources de nutriments, mais de faible valeur nutritive, à cause de la variabilité de leurs coefficients de digestibilité, d'absorption et de la disponibilité des nutriments (acides aminés, minéraux). [24] rapporte que les coefficients de digestibilité protéique de soja et du maïs chez le tilapia *Oreochromis niloticus* sont respectivement de 96 % et 85 %, contre 87 % pour la farine de poisson. En outre, selon [30], le son de maïs procure une meilleure croissance aux poissons. Ce qui indiquerait que, l'écart de croissance observé pourrait être lié à la nature des ingrédients utilisés comme l'ont souligné [31] et [29]. Au regard de la composition bromatologique des aliments expérimentaux, l'écart de croissance entre les poissons nourris à base de ver de terre frais (T2) et ceux soumis au traitement T1 comportant la farine de ver de terre s'explique donc par la nature des vers de terre (frais en complément alimentaire dans un cas et séchés incorporés sous forme de farine dans l'autre). Ainsi le traitement T2 s'est donc révélé meilleur par rapport à T1. Etant donné que ces deux traitements sont iso-énergétiques et iso-protéiques, les vers de terre séchés auraient certainement perdu des substances contenues à l'intérieur qui engendreraient l'écart de croissance observée. De ce point de vue, la meilleure forme d'utilisation des vers de terre par le tilapia *O. niloticus* est sous forme fraîches en complément alimentaire. Ajouté à ce constat le faible taux de mortalité, les régimes expérimentaux ont été acceptés par les poissons et ne leur sont pas toxiques vue aussi la diversité des sources protéiques contrairement aux travaux de [32], [33], [34], [35] et [36] qui ont utilisé des ingrédients exclusivement d'origine animale ou végétale. A noter que chez le Tilapia *Oreochromis niloticus* le rapport protéines animales/protéines végétales a un rôle important sur les performances de croissance qui augmentent avec la part des protéines animales [37], [38].

Pour ce qui est des performances zootechniques, les croissances moyennes journalières enregistrées dans cette étude sont plus élevées, que celles obtenues par [7], [39] et [40], soit environ 0,31 g avec un aliment titrant 30% de protéines brutes, formulé à base de tourteau d'arachide et d'autres sous-produits agricoles. De plus ces valeurs de gain de poids journalier sont aussi en général supérieures à celles de 0,05 g.j-1 à 0,02 g.j-1 obtenues par [41] dans les mêmes systèmes d'élevage et celles de [42] en étang (0,1 g.j-1), mais faibles, comparées à celles de [43].

Ces résultats sont toutefois similaires à ceux de [44] dans des étangs de barrage pour un élevage extensif de *O. niloticus*. Nos taux de croissance spécifique (TCS) sont meilleurs à ceux de [7]. Les taux de survie enregistrés (98,88% à 100%) sont satisfaisants comparés à celui de [28]. Ces résultats (croissance et survie) observés, confirment la bonne qualité et la valeur nutritionnelle des aliments testés.

5 CONCLUSION

Ce test d'alimentation qui fait suite logique à une série, confirme d'une part l'utilisation des vers de terre, à hauteur de 15%, dans l'alimentation des poissons et d'autre part la réduction du coût de production de ce dernier. Il en ressort que le ver de fumier (*Eisenia foetida*), consommé à l'état frais, induit une meilleure croissance des poissons comparativement à la farine incorporée.

L'objectif de notre étude semble avoir été atteint. Une telle substitution permet de gagner 29,1 % sur le prix de l'aliment par rapport au témoin et donc un abaissement de considérable du coût de production ce qui aurait un impact positif sur la gestion financière d'une ferme aquacole. Ces résultats devront être confirmés, sur d'autres espèces, à grande échelle et sur une durée plus importante pour s'assurer de leur fiabilité à long terme dans d'autres conditions d'élevage comme des étangs.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient tous les doctorants du laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture (LHA) de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi et les étudiants en licence agronomique de l'Université Catholique d'Afrique de l'Ouest en particulier AKPONNE Mansourou-Deen et DJEKINNOU Grâce Prudencio.

REFERENCES

- [1] A.G. Tacon, Feeding tomorrow's fish. *World aquaculture*, 27, (3), 20-32. Tropiques, 212, 1986, 71-94, 1996.
- [2] L.C. Hoffman, J.F. Prinsloo et G. Rukan, Partial replacement of fish meal with either soybean meal, brewers yeast or tomato meal in the diets of African sharptooth catfish *Clarias gariepinus*. *Water SA*, 23: 181-186). 1997.
- [3] T. Watanabe, Strategies for further development of aquatic feeds. *Fish. Sci.* 68, 242–252, 2002.
- [4] S.Y. Shiao, J.L. Chuang et C.L. Sun, Inclusion of soybean meal in Tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*) diets at two protein levels. *Aquaculture*, 65, 251-261, 1987.
- [5] A.J. Jackson, B.S. Copper et A.J. Matty, Evaluation of some plant proteins in complete diets for the Tilapia *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, 27, 97–109, 1982.
- [6] A.F. El-Sayed, Long term evaluation of cotton seed meal as a protein source for Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 84, 315 – 320, 1990.
- [7] M. S. Azaza, f. Mensi, A. Abdelmouleh et M.M. Kraïem Elaboration d'aliments secs pour le tilapia du nil *Oreochromis niloticus* (L.,1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, Vol. 33, 2005.
- [8] R.A. Dynes, Earthworms Technology information to enable the development of earthworm production: A report for the Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). Australia, pp 1-39, 2003.
- [9] R. A. Maevalandy, La monographie de Moringa oleifera , Antananarivo (Madagascar) Juillet ,16p, 2006.
- [10] F. Roghayé, A review on earthworm *Esienia fetida* and its applications. *Annals of Biological Research*, 2012, 3 (5):2500-2506, 2012.
- [11] R.D. Guerrero, The culture and use of *Perionyx excavates* as a protein resource in the Phillipines. Dorwin Centenary Symp. On Earthworm ecology, Inst. Terrestrial Ecology UK Aug 30th -Sep 4. pp 250, 1981.
- [12] E.A. Stafford, et A.G.Tacon, Nutritive value of the earthworm, *Dendrodrilus subrubicundus*, grown on domestic sewage, in trout diet. *Agricultural Wastes* 9(4): 249-266, 1984.
- [13] C.A. Edwards et A. Niederer, The production and processing of earthworm protein. In: 'Earthworms in waste and environmental management.' (ed C.A. Edwards and E.F. Neuhauser). Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, pp 169-180, 1988.
- [14] R. Vielma-Rondon, J.F. Ovalles-Duran, A. Leon-Leal, et A. Medina, Nutritional value of earthworm flour (*Eisenia foetida*) as a source of amino acids and its quantitative estimation through reversed phase Chromatography (HPLC) and pre-column derivatation with o-phthalaldehyde (OPA). *Ars Pharmaceutica* 44(1):43-58, 2003.
- [15] Dagnelie, Analyse statistique à plusieurs variables. Les Presses agronomiques de Gembloux, vol. 1 p. 362, 1975. <http://infodoc.agroparistech.fr/>
- [16] D.J. Saville, Multiple comparison procedures: the practical solution, *American Statistician* 44/2 (1990) 174-180, 1990
- [17] P. Houndonougbo, A. Chikou, S. Fagnon et E.D. Fiogbé, Etude de reproduction des populations de *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell 1852) dans les eaux douces et saumâtres au sud Benin. *Cahiers du CBRST*, 22 P, 2013.
- [18] H. Agadjihouédé, C.A. Bonou, E. Montchowui, A. Chikou et P. Laleye., Capacité de développement de trois espèces zooplanctoniques d'intérêts aquacoles (*Brachionus calyciflorus*, *Moina micrura* et *Thermocyclops* sp.) élevées en condition monospécifique en aquariums avec la fiente de volaille. *TROPICULTURA*, 2011, 29, 4, 231-237. 2011
- [19] H. Agadjihouédé, C.A. Bonou, A. Chikou et P. Lalèye, Production comparée de zooplancton en bassins fertilisés avec la fiente de volaille et la bouse de vache. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 4, 2, 432-442, 2010.
- [20] M. Legendre, M. Pagano, et S-J. Lucien, Peuplements et biomasse zooplanctonique dans des étangs de pisciculture lagunaire (Layo, Côte d'Ivoire) *Aquaculture*. Volume 67, Issues 3–4, Pages 321-341, 1987.
- [21] W.J. Viveen, C.J. Ritchter, P.G. Van Janssen et E.A. Huysmans, Practical manual for the culture of the African catfish (*Clariasgariepinus*).The Netherlands ministry for development cooperation, section for research and technology,128p. 1985.
- [22] JD. Balarin, JD. Hatton, *Tilapia: a Guide to their Biology and Culture in Africa*. University of Stirling: Scotland, 174p, 1979.
- [23] V. Pouomogne, *Pisciculture en Milieu Tropical Africain. Comment Produire du Poisson à Coût Modéré*. Presse Universitaire d'Afrique: Yaoundé; 263p, 1998.
- [24] C. Mélard, *Choix des Sites, Qualité de l'Eau et Systèmes d'Élevage en Aquaculture*. CEFRA. Université de Liège, Station d'Aquaculture de Tihange, 80p, 1999.
- [25] HS. Edna et EC. Boyd, "Dynamics of Pond Aquaculture", CRC Press LLC: USA, 1997.
- [26] P. Kestemont, J-C. Micha, et U. Falter, *Les Méthodes de Production d'Alevins de Tilapia nilotica*. ADCP / REP / 89 / 46, PNUD-FAO, Rome, 132p, 1989.
- [27] C. Mélard et JC. Philippart, Pisciculture intensive de *O. niloticus* dans les affluents thermiques d'une centrale nucléaire en Belgique. *Doc. E/11*. 1980.

- [28] E.D. Fiogbé, B. Akitikpa et J-M. Magloire Accodji, Essais de mise au point de formules alimentaires à base d'azolla (*Azolla microphylla* kaulf) et de sous-produits locaux pour la pisciculture rurale du tilapia *Oreochromis niloticus* L. Int. J. Biol. Chem. Sci. 3(2): 398-405, 2009.
- [29] K. Köprücü, et Y. Özdemir, Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 250 : 308 – 316, 2005.
- [30] N. I. Ouattara, Etude du potentiel aquacole d'une population du tilapia estuarien *Sarotherodon melanotheron* Rüppell (1852) isolée dans le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat. Université de Liège, Belgique. 275 pp, 2004.
- [31] C. Burel, T. Boujard, F. Tulli et S. J. Kaushik, Digestibility of extruded peas, extruded lupin and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 188, 285 – 298, 2000.
- [32] S.Y. Shiau, Nutrition and growth in *Tilapias* species, *Aquat. Living Resour.*, 8, 395-401, 1990.
- [33] S. Viola, S. Mokady, U. Rappaport et Y. Arielli, Partial and complete replacement of fishmeal by soybean meal in feeds for intensive culture of carp, *Aquaculture*, 26, 223 – 236, 1982.
- [34] M.C. Nandeesh, N. Basavaraja, P. Keshavanath, T.V. Varghese, H.P. Shetty et G.K. Srikanth, Influence of soybean meal and squilla meal-based diets enriched with sardine oil on the growth and organoleptic quality of common carp, *cyprinus carpio*, *Biological wastes*, 30, 61 – 69, 1984.
- [35] E.H. Robinson, R.P. Wilson, W.E. Poe et J.M. Grizzle, Effect of residual antinutritional factors in processed soybean meal on fingerling channel catfish. *Fed. Proc., Fed. Am. Soc. Exp. Biol.*, 40, 3705–3713, 1981.
- [36] A. A. Mohsen et R.T. Lovell, Partial substitution of soybean meal with animal protein sources in diets for channel catfish, *Aquaculture*, 90, 303 – 311, 1990.
- [37] D. Sitasit, V. Sitasit, Comparison of the production of *Tilapia nilotica* (Linn.) fed with protein from different sources. *Symp. on Dev. and Util. of Inld. Fish. Res.*, Bangkok, Thailand, ASFA, 9, 1594, 1977.
- [38] C. Mélar et J.C. Philippart, La production de Tilapia de consommation dans les rejets Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, Vol. 32, 2005 30 industriels d'eau chaude en Belgique. *Cahier d'Ethologie Appliquée* 2, vol. 1, supp. 2, Inst. Zool. Univ. Liège, 122 p. 1981.
- [39] B. A. Yacouba, K. S. Ouattara, Da Costa et G. Gourène, Production de *Oreochromis niloticus* avec des aliments à base de sous-produits agricoles. *Sciences et Nature Vol. 5 N°1 : 89 – 99, 2008*
- [40] P. Parrel et L. Lazard, Le développement de l'aquaculture au Niger: Un exemple d'élevage de tilapia en zone sahéenne. *Bois et Forêts des Tropiques* 212 : 71-94, 1986.
- [41] E.D. Fiogbé, J.C. Micha et C. Van Hove, Use of a natural aquatic fern, *Azolla microphylla*, as a main component in food for the omnivorous-phytoplanktonophageous tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *J. Appl. Ichthyol.*, 20, 517–520, 2004.
- [42] Y. Abou, ED. Fiogbé et J-C. Micha, A preliminary assessment of growth and production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., Fed *Azolla*-based-diets in Earthen Ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, 19(4): 55-69, 2007.
- [43] C. K. Kanangire, Effet de l'alimentation des poissons avec *Azolla* sur l'écosystème agropiscicole au Rwanda. Dissertation présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences. Facultés universitaires Notre Dame de la paix, Namur, Belgique. 220p, 2001.
- [44] M.C. Blé, R. Arfi, A.F. Yéboua et K.J. Diopoh, Qualité nutritive de l'alimentation naturelle du tilapia *oreochromis niloticus* en élevage extensif dans des étangs de barrage (côte d'ivoire). *Bfpp/bull. Fr. Peche piscic.* (2007) 385 : 01-16, 2007.