

Mise au point de formules alimentaires à base de farine de ver de fumier (*Eisenia foetida*) et de sous-produits locaux pour la pisciculture rurale du tilapia *Oreochromis niloticus*

Antoine CHIKOU¹, Pierre K. HOUNDONOUGBO^{1,4*}, Delphine ADANDEDJAN¹, Epiphane SODJINOU², Clément BONOU³, Alphonse ADITE⁴, Philippe LALEYE¹ et Guy A. MENSAH⁵

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

²Département d'Economie et Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin

³Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin

⁴Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Unité de Recherche sur les Zones Humides 01 BP 526 Cotonou, Bénin

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

* Correspondance, courriel : houndonougbo@gmail.com

Résumé

Dans l'objectif de promouvoir l'alimentation du tilapia en élevage pour une bonne production des fermes aquacoles au Bénin, quatre aliments composés secs ont été élaborés à partir de matières premières conventionnelles et non conventionnelles T1, T2, T3 et T4 contenant différents taux de farine de poisson, de crevette ou ver de fumier de fabrication locale et d'un aliment industriel commercial le Coppens. Le dispositif expérimental est constitué de 15 bassins carrés, disposés en triplicats contenant chacun 30 alevins de *Oreochromis niloticus* d'un poids moyen initial de $3,37 \pm 0,5$ g. Après 45 jours d'expérimentation, les meilleurs taux de croissance et de transformation alimentaire ont été obtenus avec les traitements T2 contenant 15 % de farine de ver de fumier et le traitement T1 témoin, avec des taux de croissance spécifiques (TCS) respectifs de 3,94 %/j et 4,09 %/j et des taux de conversion alimentaire de 1,22 et 1,02. Ce test qui a permis de disposer d'aliments performants pour le pré-grossissement du tilapia sera poursuivi pour la valorisation des sous-produits agroalimentaires locaux, surtout négligés, dans l'alimentation de ce type de poisson en variant le taux d'incorporation de la farine de ver de fumier afin de déterminer un taux optimal de substitution de la farine de poisson par celle de ver de fumier dans l'alimentation de ce poisson et d'évaluer la meilleure forme d'utilisation des vers de fumier par les alevins.

Mots-clés : *Oreochromis niloticus*, alimentation, farine de ver de fumier, farine de poisson.

Abstract

Developpement of feed formulas containing flour of worm of ground (*Eisenia foetida*) and local by-products for the rural pisciculture of the tilapia *Oreochromis niloticus*

In order to promote the feeding of tilapia in breeding for good production in the aquaculture farms in Benin, four dry compound feedstuffs have been prepared from conventional and unconventional raw materials T1, T2, T3 and T4 containing different rates of Fish meal, shrimp or earthworm made locally and a commercial industrial feedstuff the Coppens. The experimental device consists of 15 square basins, arranged in triplicates, each containing 30 fingerlings of *O. niloticus* with an initial average weight of 3.37 ± 0.5 g. After 45 days of experimentation, the best feed transformation and growth rates were obtained with the T2 treatments containing 15 % of earthworm flour and control treatment T1, with specific growth rates (TCS) of 3.94 % and 4.09 % respectively, and food conversion rates of 1.22 and 1.02 respectively. This test which made it possible to have powerful food for the pre-enlargement of Tilapia will be pursued for the valorization of the local agro-food by-products, often neglected, in the feed of *O. niloticus* by varying the incorporation rate of the flour of earthworm in order to determine an optimal rate of substitution of the fish meal by that of earthworm in the feed of *O. niloticus* and to evaluate the best form of utilization of the worms of compost by fingerlings.

Keywords : *Oreochromis niloticus*, feed, flour of earthworm, fish meal.

1. Introduction

Différentes matières premières non utilisées habituellement par l'homme sont introduites dans les rations alimentaires pour poisson et volaille vivants sous les tropiques [1 - 3]. C'est le cas par exemple des viscères d'animaux (volaille, lapin, porc, etc.), des termites, des sons de céréales (riz, maïs, etc.), de la papaye et des feuilles de papayer, des asticots, du moringa et autres animaux (têtard de grenouille, etc.) et des parties du bananier (banane, tronc de bananier), des noix de palmiste, *leucaena*, laitues d'eau, *azolla*, etc.) et des feuilles de manioc [4, 5]. En effet, les farines de poisson et de viande couramment utilisées comme principales sources protéiques dans les rations sont de plus en plus chers. De plus les fabricants d'aliments pour poisson notamment au Bénin sont obligés d'importer ces matières premières très coûteuses [6]. De ce fait, il paraît donc judicieux d'envisager l'utilisation de nouvelles ressources de protéines animales disponibles localement et à coût relativement faible dans l'alimentation des poissons d'élevage en remplacement de la farine de poisson [7, 8]. Dans cette quête permanente de source de protéine disponible en toute saison, partout, et moins chère, les réflexions se sont orientées vers les vers de fumier hautement concentrés en protéine (60 à 70 % protéine brute du poids sec) [9, 10] et en énergie fortement digestible [11]). Ces qualités font des vers de fumier un intrant potentiel pour la formulation d'aliments piscicoles. L'utilisation des vers a été déjà réalisée par [12] qui ont effectué des essais avec des volailles nourries à base des régimes alimentaires contenant 3,6 % de farine de ver de terre (*Edrillus engeniae*), en comparaison avec des poulets nourris avec un régime contenant 5% de farine de viande. Ces travaux ont montré que les poulets nourris avec la farine de ver de fumier présentent les mêmes consommations alimentaires journalières moyennes et les mêmes gains de poids que ceux nourris avec la farine de viande. L'incorporation de farine de ver de fumier, à divers taux, dans l'alimentation des poissons serait donc un atout en matière de réduction du coût de l'aliment et surtout de bonnes performances zootechniques. Il existe certes des formules standard d'aliments performants pour le tilapia, toutefois il n'est pas indiqué de les adapter pour l'élaboration de régime alimentaire. Ceci en raison des matières premières disponibles localement et plus particulièrement la farine de poisson qui, constitue habituellement la principale source protéique des aliments, possède des

compositions biochimiques très en deçà des ingrédients conventionnels [13]. Il est donc utile de formuler des aliments en tenant compte de la valeur nutritive et du coût des matières premières disponibles localement. Cette étude est donc initiée pour mettre au point au moins un aliment performant pour le tilapia *Oreochromis niloticus* à partir du ver de fumier et proposer de nouvelles formules adaptées à la pisciculture rurale.

2. Matériel et méthodes

2-1. Dispositif expérimental

Un circuit fermé de quinze bassins carrés en béton a été utilisé pour cette expérience. Ils sont disposés en cinq séries de 3 bassins chacune. Chaque bassin fait 1m³ de volume et contient 0,90 m³ d'eau. Quatre formules alimentaires correspondant à quatre traitements ont été testées, en plus d'un traitement témoin «Coppens», au cours de cette expérience à raison de trois bassins par traitement.

2-2. Matériel biologique

2-2-1. Alevins

Pour cette expérience, des alevins mono-sexes mâles du tilapia *Oreochromis niloticus* de poids moyen ($3,37 \pm 0,50$ g) ont été utilisés. Les alevins ont été achetés au Centre de Recherche et d'Incubation de la Fondation Aquacole du Bénin (CRIAB) "TONON" dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin.

2-2-2. Aliments

Les formules alimentaires testées sont présentées dans le **Tableau 1**. Dans ces formules, les pourcentages de sous-produits locaux varient d'un aliment à un autre. Tous les sous-produits ont été achetés localement chez "AZIMA STORE" à Abomey-Calavi sauf les crevettes qui ont été achetées sur le marché local et le ver de fumier cultivé en station.

2-3. Itinéraire technique

2-3-1. Obtention de la farine de ver de fumier

Les vers de fumier, cultivés, à la station de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, ont été extraits manuellement de leur substrat. La chair ainsi obtenue a été rincée et déposée sur des sachets en plastique perforé. Ensuite, elle a été posée dans des plateaux en aluminium et l'ensemble a été déposé à l'étuve à 40 °C. Après 48 heures, les lamelles de vers séchés ont été broyées à l'aide d'un broyeur muni de grilles de séparation et de plusieurs hélices. La farine ainsi obtenue a été incorporée aux régimes alimentaires des poissons [5].

2-3-2. Conduite de l'expérience

La densité de mise en charge retenue est de trente (30) alevins par bassin, soit 1 alevin pour 30 litres d'eau [14]. La ration alimentaire est maintenue à 10 % de la biomasse par bassin pendant les quatre premières semaines et à 5 % pendant les deux dernières semaines. L'aliment est distribué 3 fois par jour (8h, 13h et 18h). Au cours de l'expérience, les paramètres physico-chimiques (température, oxygène dissous, pH, Conductivité, Solides totaux dissous et Salinité) de l'eau ont été mesurés, neuf fois par semaine à raison

de trois fois par jour (7h 30, 12h 30 et 17h 30) pendant trois jours dans la semaine, afin d'apprécier leur impact sur la croissance des poissons. En dehors du pH, les paramètres ci-dessus ont été mesurés à 0,01 unité près [15] à l'aide d'un multimètre "SX736 Model pH/mv/Cond/Do Meter". Les contrôles de croissance ont été réalisés toutes les semaines par vidange, comptage et pesage (balance de marque "SARTORIUS BASIC" de portée 110 g et de précision 0,001 g) des poissons par bassin d'élevage afin d'ajuster la ration de ceux-ci par bassin.

2-4. Traitement des données

Les indices zootechniques et d'appréciation de l'efficacité des différents aliments ont été calculés. A cet effet les données brutes encodées au moyen du tableur Excel, après traitement, ont permis de calculer des moyennes, de tracer des courbes et de présenter des *Tableaux*.

Tableau 1 : Composition centésimale des aliments expérimentaux

Ingrédients	Traitements			
	T1	T2	T3	T4
Farine de poisson	25	25	25	20
Farine de crevette	15	-	-	-
Farine de vers fumier	-	15	-	-
Tourteau de soja	20	20	20	20
Tourteau de coton	-	-	20	10
Farine de maïs jaune	35	35	-	-
Farine de blé	-	-	5	5
Moringa	5	5	-	-
Lysine	0,5	0,5	1	-
Méthionine	0,5	0,5	1	-
Huile rouge	1	1	4	5
Drèche	-	-	30	10
Vitamine C	-	-	1	-
Sel de cuisine	-	-	2	-
Son de blé	-	-	-	15
Son de riz	-	-	-	15
Matière sèche (% MS)	89,67	90,03	87,49	85,51
Protéine brute (PB)	36,90	35,34	36,41	27,41

Le traitement T5 correspond au traitement témoin Coppens (3mm)

2-5. Analyses statistiques

Les données biométriques pour chaque répétition sont considérées comme une observation. Ces résultats sont comparés statistiquement par l'analyse de variance à un critère (Anova 1) en utilisant le logiciel StatView version 5.1 après vérification préalable de l'homogénéité des variances (test de Bartlett's) et de la normalité des données (test de Ryan Joiner). Lorsque l'Anova 1 indiquait une différence significative, les tests non paramétriques de Kruskall-Wallis et celui de Mann-Whitney ont été utilisés respectivement pour la comparaison multiple et la comparaison deux à deux des moyennes [16]. Pour ces comparaisons, le seuil de signification de 5 % est retenu [17]. Le test de Chi deux a permis de vérifier la différence statistique des taux de survie entre les différents traitements.

3. Résultats

3-1. Qualité de l'eau d'élevage

En considérant les valeurs brutes, la température de l'eau a été relativement élevée dans tous les bassins et a varié entre 24,1 °C et 28,5 °C pendant toute l'expérience. Elle a varié de 24,1 à 25 °C à 7 h30, entre 26,9 et 28,5 °C à 12 h 30 et entre 24,5 et 27,9 °C à 17 h 30. En général les valeurs de la température sont basses le matin, élevées à midi. La valeur de la température relativement élevée obtenue à 17heures 30 est due à l'accumulation thermique observée à midi. Les valeurs d'oxygène dissous enregistrées ont varié à 7 heures 30 entre 1,02 mg/L et 4,91 mg/L, à 12 heures 30 entre 2,53 mg/L et 9,40 mg/L et à 17 heures 30 entre 2,49 mg/L et 7,61 mg/L. Les valeurs critiques du taux d'oxygène dissous ont été observées à 7 heures tandis que les maxima ont été observés entre 12 heures30 correspondant à la période de photosynthèse intense des algues. Les valeurs de pH ont varié en général entre 6,8 et 8,8. La conductivité, le TDS et la salinité ont varié respectivement de 353 µS/cm à 755 µS/cm ; 254 mg/L à 603 mg/L et 0,20 g/L à 0,70 g/L. Les paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage ont été comparés à la fin de l'expérience par l'analyse de variance à un critère et les valeurs moyennes accompagnées de leur écart-type figurent dans le **Tableau 2**. Nous n'avons toutefois pas pu montrer qu'il existe une différence significative entre les traitements ($p > 0,05$) des différents paramètres physico-chimiques mesurés.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage

Traitements		T°C Air	T°C Eau	O ₂ (mg/L)	O ₂ (%)	pH	Cond (µS/cm)	TDS (mg/L)	Sal (g/L)
T1	Moyenne	26,48 ^a	25,87 ^a	7,14 ^a	81,49 ^a	7,13 ^a	575,40 ^a	395,74 ^a	0,28 ^a
	Ecart-type	1,04	0,98	2,34	32,20	0,51	41,31	32,97	0,04
T2	Moyenne	26,48 ^a	25,77 ^a	7,28 ^a	81,37 ^a	7,11 ^a	560,81 ^a	385,84 ^a	0,28 ^a
	Ecart-type	1,04	0,88	2,54	31,09	0,49	32,96	31,85	0,01
T3	Moyenne	26,48 ^a	25,76 ^a	7,28 ^a	81,14 ^a	7,09 ^a	547,83 ^a	375,26 ^a	0,27 ^a
	Ecart-type	1,04	0,88	2,41	31,70	0,50	31,80	34,61	0,01
T4	Moyenne	26,48 ^a	25,80 ^a	7,11 ^a	81,04 ^a	7,08 ^a	545,75 ^a	375,00 ^a	0,51 ^a
	Ecart-type	1,04	0,87	2,43	30,61	0,53	33,95	28,70	0,50
T5	Moyenne	26,48 ^a	25,86 ^a	6,89 ^a	78,25 ^a	7,07 ^a	571,03 ^a	375,00 ^a	0,52 ^a
	Ecart-type	1,04	0,90	2,44	32,14	0,55	33,40	31,15	0,50

Pour le même paramètre, les moyennes portant les mêmes lettres indiquent qu'il n'existe aucune différence significative entre ces valeurs ($p > 0,05$). T : température; O₂ : oxygène dissous ; Cond : conductivité ; TDS : total dissolve solides et Sal : salinité.

3-2. Paramètres de croissance

Le **Tableau 3**présente les performances de croissance des alevins de *O. niloticus* nourris avec les aliments expérimentaux. Les paramètres de croissance (biomasse finale, poids moyen final, SGR, gain de poids, production, IC, croissance pondérale et taux de survie) ont montré qu'il existe une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements.

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

Paramètres de croissance	Traitements				
	T1	T2	T3	T4	T5
Survie (%)	96,66 ^a	100 ^a	100 ^a	96,66 ^a	100 ^a
Bi(g)	101,1±1,04	99,9±1,24	100,8±0,98	101,7±0,71	102±0,51 ^a
Bf(g)	369,46±30,41 ^a	523,20±12,16 ^{ab}	252,90±45,21 ^{ac}	189,08±34,12 ^{ac}	570,60±35,56 ^{ab}
P(g)	268,36±23,00 ^a	423,30±41,11 ^{ab}	152,10±24,24 ^{ac}	87,38±56,23 ^{ac}	468,50±32,19 ^{ab}
Pi(g)	3,37±0,03 ^a	3,33±0,04 ^a	3,36±0,03 ^a	3,39±0,03 ^a	3,40±0,08 ^a
Pf(g)	12,74±1,23	17,44±3,23	8,43±3,21	6,52±2,34 ^d	19,02±4,87 ^e
GPR(%)	278,04±15,43 ^a	423,72±37,24 ^{ab}	150,89±28,57 ^{ac}	92,33±03,83 ^{ac}	459,41±17,65 ^{ab}
GP (g.j-1)	0,22±0,03 ^a	0,33±0,05 ^{ab}	0,12±0,07 ^{ab}	0,07±0,04 ^{ac}	0,37±0,0 ^{ab}
SGR (%J-1)	3,16±0,06	3,94±0,02 ^{ab}	2,19±0,01 ^{ac}	1,55±0,07 ^{ac}	4,09±0,09 ^{ab}
TCA	2,31±40 ^b	1,22±60 ^a	3,36 ± 62 ^c	4,58±19 ^d	1,02±45 ^a

Bi,f : biomasse initiale ou finale, Pi,f : poids initial ou final, GPR(%) : gain de poids relatif, P : production, GP : gain de poids, SGR ou TCS : taux de croissance spécifique, IC : indice de consommation.

$$\text{Taux de survie (TS)} = 100 \times (\text{Npf} / \text{NPi}); \quad (1)$$

$$\text{Gain de poids (\%)} = 100 \times (\text{Pmf} - \text{Pmi}) / \text{Pmi} \quad (2)$$

$$\text{GP (g/j/ind)} = (\text{Pmf} - \text{Pmi}) / dt \quad (3)$$

$$\text{TCA} = (\text{Quantité d'aliment ingérée rapportée à la matière sèche}) / (\text{Biomasse produite}) \quad (4)$$

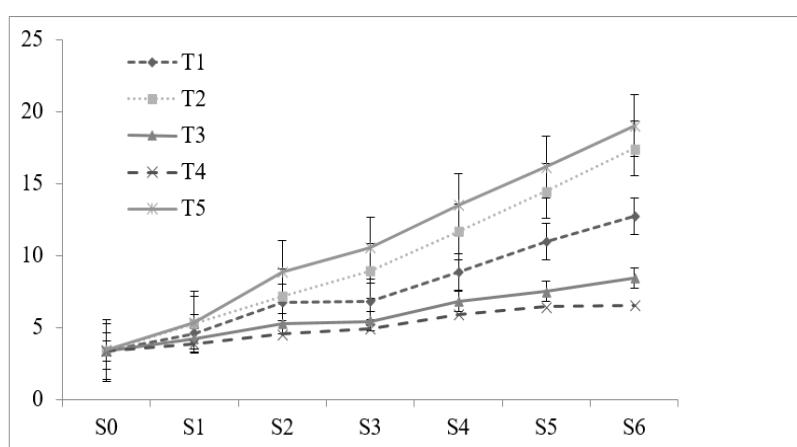
$$\text{SGR ou TCS (\% J-1)} = (\ln(\text{Pf}) - \ln(\text{Pi})) / dt \quad (5)$$

$$\text{IC} = \text{Aliment distribué (g)} / \text{Bf(g)} - \text{Bi(g)} \quad (6)$$

où, NPi et Npf : nombre de poissons au début et à la fin de l'expérience ; dt : la durée de l'expérience.

Pour chaque variable, les moyennes \pm ESM, $n = 3$, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$).

L'évolution du poids moyen par traitement dans le temps est représentée sur la **Figure 1**.

**Figure 1 : Évolution des poids moyens des juvéniles de *O. niloticus* en fonction de la semaine**

Les poids moyens individuels des différents traitements présentent les mêmes tendances. Ces poids moyens sont passés au cours des 42 jours d'élevage de 3,37 à 12,74 g pour le traitement 1, de 3,33 à 17,44g pour le traitement 2, de 3,36 à 8,43 g pour le traitement 3, de 3,39 à 6,52 g pour le traitement 4 et de 3,4 à 19,02 g pour le traitement 5. En général, il a été observé une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements pour le taux de croissance spécifique (SGR). Les poissons du traitement 5 (Coppens) présentent une croissance théorique plus rapide ($4,09 \pm 0,09 \text{ \%}\cdot\text{j}^{-1}$) suivi de ceux du traitement 2 ver de terre ($3,94 \pm 0,02 \text{ \%}\cdot\text{j}^{-1}$). Cependant il n'existe pas une différence significative entre les SGR de ces deux traitements ($P > 0,05$). Par contre les poissons soumis au traitement 1 ($3,16 \pm 0,06 \text{ \%}\cdot\text{j}^{-1}$); traitement 3 ($2,19 \pm 0,01 \text{ \%}\cdot\text{j}^{-1}$) et traitement 4 ($1,55 \pm 0,07 \text{ \%}\cdot\text{j}^{-1}$) ont une croissance relativement plus lente que les autres. Le traitement à base de ver de terre s'est donc révélé autant efficace que le Coppens. Le ver de terre a donc induit une bonne croissance sur les alevins de *O. niloticus*.

4. Discussion

4-1. Qualité de l'eau

En général, les paramètres physico-chimiques de l'eau sont dans la gamme de valeurs optimales recommandées pour la pisciculture en zone tropicale. Les valeurs de température ($24,1 - 28,5^\circ\text{C}$) enregistrées au cours de cette expérience sont comparables à celles ($13,5 - 33^\circ\text{C}$) rapportées par [18] et ($24^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}$) indiquées par [19]. [20] a situé l'optimum de température pour la croissance d'*Oreochromis niloticus* et du *Clarias gariepinus* entre 26 et 30°C . Des valeurs similaires (28 à 32°C) ont été observées par [21] pour la croissance des poissons du genre tilapia. Les concentrations en oxygène dissous sont relativement élevées. Les faibles valeurs de l'oxygène dissous ($1,02 \text{ mg/L}$) sont enregistrées les matins et les valeurs élevées ($9,40 \text{ mg/L}$) en début d'après-midi [22 - 24]. Cette variation pourrait s'expliquer par la photosynthèse qui est quasiment nulle la nuit alors que la respiration est continue, occasionnant ainsi une consommation importante d'oxygène et une production de gaz carbonique de la nuit à l'aube [14]. Toutefois, les faibles valeurs d'oxygène dissous ne sont pas, en moyenne dans la gamme, défavorables pour la croissance des tilapias. Une teneur en oxygène dissous supérieure à 3 mg.L^{-1} constitue l'optimum pour une bonne croissance des tilapias [20, 25]. Plusieurs autres Auteurs à l'instar de [26] ont rapporté que les concentrations voisines de $0,1 \text{ mg/L}$ sont tolérées par les tilapias. Les variations du pH ($6,8 - 8,8$) se situent bien dans les limites optimales pour la croissance du tilapia *O. niloticus*. En effet, une bonne croissance de cette espèce est obtenue à un pH compris entre 7 et 9 . D'autres études ont montré qu'*Oreochromis niloticus* peut vivre dans les eaux dont le pH est compris entre 5 et 11 [25]. Les valeurs des paramètres de la minéralisation de l'eau tels que la conductivité (353 à $755 \mu\text{S/cm}$) et le TDS (254 à 603 mg.L^{-1}) obtenues pour cette étude, se situent dans la gamme conseillée pour la pisciculture en zone tropicale [27, 28]. Les paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage des poissons à savoir température, oxygène dissous, pH et ceux de la minéralisation de l'eau tels que conductivité et Solides totaux dissous, au regard des valeurs enregistrées comparativement à la gamme de valeurs indiquées par plusieurs auteurs, n'ont pas influencé négativement la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus*. Toutefois nous n'avons pas pu montrer qu'il existe une différence significative entre les valeurs des paramètres des différents traitements ($p > 0,05$). La source unique d'approvisionnement en eau de tous les bassins d'élevage explique cette similarité des valeurs des paramètres mesurés dans les bassins d'élevage.

4-2. Performances zootechniques

L'analyse des courbes de croissance montre que l'aliment à base de ver de fumier T2 produit une croissance d'*Oreochromis niloticus* plus élevée à comparer aux autres en dehors du traitement T5 qui est la référence (Coppens). En général, les gains de poids journaliers sont meilleurs comparativement à ceux trouvés par [26]

pour la même espèce élevée en bassin et nourrie avec *Azolla* (0,10 g/j en moyenne pour les traitements à *Azolla* séché et de 0,07 g/j pour les traitements avec *Azolla* frais). Ces résultats sont aussi supérieurs à ceux obtenus par [29] en étang (0,1 g/j), mais faibles comparés à ceux de 1,65 g.j⁻¹ obtenus par [30] en étang avec des aliments similaires. Ils avoisinent toutefois ceux de 0,7 g/j obtenus par [31] sur *O. niloticus* nourri au son de riz en étang au Cameroun. De plus les valeurs de gain de poids journalier sont en général supérieures à celles de 0,05 à 0,02 g/j obtenues par [32] dans les mêmes systèmes d'élevage. Les performances du traitement T4 peuvent être dues aux faibles niveaux protéiques (27,41 %), inférieurs au taux protéique recommandé (35 %) pour le tilapia *O. niloticus* de poids 2 à 35 g [33, 34]. Les taux de croissance spécifique (SGR) obtenus sur *O. niloticus* dans cette expérience sont relativement élevés et varient de 1,55 à 3,94 %/j. Les meilleures vitesses de croissance ainsi obtenues (3,94 %/j) sont largement supérieures à celle rapportée par [35] en élevage mixte (0,38 %/j) de *O. niloticus* et *C. gariepinus*. Les indices de consommation obtenus pour le traitement T2 sont largement supérieurs à ceux de 1,7 à 3,0 rapportés par plusieurs auteurs pour les régimes incorporant plus de 25 % de source de protéines non conventionnelles pour substituer la farine de poisson. C'est le cas avec le *Leacaena* ou Coprah et les tourteaux d'arachide, de coton ou de soja [36]. La forme de l'aliment (poudre), occasionnant beaucoup de perte par leaching dans l'eau peut justifier également ces valeurs élevées de l'IC ou TCA, car les quantités d'aliments distribués sont dans ce cas largement supérieures aux quantités supposées consommées et prises en compte lors du calcul de l'IC. Selon [37], l'apport de l'aliment sous la forme granulée réduit significativement l'IC de moitié (1,8 contre 3,0 pour la forme non agglomérée) et augmente significativement ($P < 0,05$) la production piscicole et la rétention des protéines et de l'énergie. L'aliment poudre utilisé dans le cadre de cette étude se justifie par la petite taille des alevins en début d'élevage et ne pouvait plus être changé durant la même expérience au risque de perturber le comportement de prise alimentaire de ces alevins.

5. Conclusion

Face aux contraintes d'adaptation aux conditions de production des pisciculteurs ruraux, nous avons formulé des aliments qui répondent aux besoins d'alimentation des poissons et qui comblient les attentes des pisciculteurs à travers l'utilisation de ver de fumier dans l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus* en phase de pré-grossissement. Les performances de croissance sont en général bonnes. L'analyse des paramètres de croissance montre que le ver de fumier a induit une bonne croissance des alevins d'*O. niloticus* comparativement à l'aliment à base de crevette dont les performances de croissance ne demeurent pas moins bonnes. Les ingrédients de l'aliment à base de ver de fumier mis au point dans cette étude présentent l'avantage d'être localement disponibles, efficaces et accessibles aux pisciculteurs contrairement à l'aliment commercial industriel. Il serait donc intéressant de varier le taux et la forme d'incorporation des vers de terre afin de définir l'optimum de rendement.

Références

- [1] - P. KAMATALI, "Note de cours d'alimentation des monogastriques. Faculté des sciences agronomiques et de l'environnement, Département de Zootechnie", U. E. A, Bukavu (RDC), (1996) 430 p.
- [2] - B. M. T. MUNYULI et N. BALEZI, "Utilisation des blattes et des termites comme substituts potentiels de la farine de viande dans l'alimentation des poulets de chair au Sud Kivu, RDC" *Tropicultura*, 20 (2002) 10 -16
- [3] - M. DIOMANDE, V. ALLOU KIPPRE, M. KOUSSEMON et A. KAMENAN, "Substitution de la farine de poisson par celle d'escargot (*Achatina fulica*) dans l'alimentation des poules pondeuses en Côte d'Ivoire". *Livestock Research for Rural Development*, 20 (1) 2008

- [4] - E. SODJINOU, L. MONGO, A. CHIKOU, A. d'ALMEIDA, P. HOUSSOU, Y. ADEGBOLA, J. AHOUNENOU et A. ADJILE, "Inventaire des ressources alimentaires locales en fonction des zones agro-écologiques et des types de pisciculture" CRA-Agonkanmey/INRAB, Porto-Novo, Rapport d'activité II, (2014) 42 p.
- [5] - E. SODJINOU, A. D'ALMEIDA, A. MENSAH, P. HESSAVI, A. ADJILE, A. CHIKOU, J. AHOUNENOU, R. MONGO, P. HOUSSOU, P. ADEGBOLA, "Aliment, ressource alimentaire et pratiques de nourrissage dans les exploitations piscicoles du Bénin". Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Bibliothèque Nationale, Porto-Novo, (2016) 50 p.
- [6] - F. MEDALE, R. LE BOUCHER, M. DUPONT-NIVET, E. QUILLET, J. AUBIN, J. ANSERAT "Des aliments à base de végétaux pour les poissons d'élevage" INRA Production Animale, 26 (4) (2013) 303 - 316 p.
- [7] - O. ODESANYA, O. AJAYI, B. AGBAOGUN, B. OKUNEYE "Comparative evaluation of nutritive value of Maggots" *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 2 (1) (2011) 5 p.
- [8] - J. ADESINA, "Comparability of the proximate and amino acids composition of maggot meal, earthworm meal and soybean meal for use as feedstuffs and feed formulations" *Elixir Applied Biology*, 51 (2012) 10693 - 10699
- [9] - R. DYNES, "Earthworms Technology information to enable the development of earthworm production" A report for the Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). Australia, (2003) 1 - 39 p.
- [10] - A. CHIKOU, E. SODJINOU, A. D'ALMEIDA, A. MENSAH, P. HOUNDONOUGBO, A. ADJILE, R. MONGO, A. HOUNENOU, P. HOUSSOU, P. ADEGBOLA, "Comment produire à coût réduit des aliments à base de vers de terre destinés à nourrir les poissons d'élevage au Bénin?" Bibliothèque Nationale, Porto-Novo, (2016) 44 p.
- [11] - P. HOUNDONOUGBO, A. CHIKOU, E. SODJINOU, C. KOUDENOUKPO, R. HAZOUMÈ, A. ADITE, C. BONOU, A. MENSAH, "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," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 20 (3) (2017) 742 - 751 p.
- [12] - G. AGBEDE, M. NGUEKAM et M. MPOAME, "Essai d'utilisation de la farine de vers de terre, *Eudrilus engeniae* dans l'alimentation de poulets de chair en finition. *Tropicultura*, 12 (1994) 3 - 5
- [13] - S. AZAZA, F. MENSI, A. ABDELMOULEH, T. KRAÏEM, "Elaboration d'aliments secs pour le tilapia du nil *Oreochromis niloticus* 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. 32, (2005)
- [14] - E. D. FIOGBE, B. AKITIKPA et J-M. ACCODJI, "Essais de mise au point de formules alimentaires à base d'azolla (*Azolla microphylla*) et de sous produits locaux pour la pisciculture rurale du tilapia *Oreochromis niloticus*" *L. Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (2) (2009) 398 - 405
- [15] - H. AGADJIHOUEDE, C. BONOU, E. MONTCHOWUI, A. CHIKOU, P. LALEYE, "Capacité de développement de trois espèces zooplanctoniques d'intérêts aquacoles (*Brachionus calyciflorus*, *Moina micrura* et *Thermocyclops* sp.) élevées en condition monospecifique en aquariums avec la fiente de volaille". *Tropicultura*, 29 (4) (2011) 231 - 237
- [16] - Y. BAMBA, A. OUATTARA, K S. Da COSTA et G. GOURENE, "Production de *Oreochromis niloticus* avec des aliments à base de sous-produits agricoles". *Sciences & Nature*, Vol. 5, N°1 (2008) 89 - 99
- [17] - K. P. HOUNDONOUGBO, A. CHIKOU, S. FAGNON et ED. FIOGBE, "Etude de reproduction des populations de *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell 1852) dans les eaux douces et saumâtres au sud Benin". Les cahiers du CBRST, (2013) 22 p.
- [18] - JD. BALARIN et JD. HATTON, "Tilapia : A guide to their biology and culture in Africa". *Unit of Aqua. Pathobio. Stirling University*, (1979) 174 p.
- [19] - V. POUOMOGNE, "Pisciculture en milieu tropical Africain. Comment produire du poisson à coût modéré (des exemples du Cameroun)". Coopération Française. Centre d'Excellence pour la Production, l'Innovation et le Développement (CEPID). *Presses Universitaires d'Afrique*, (1998) 236 p.

- [20] - C. MELARD, "Choix des sites, qualité de l'eau et systèmes d'élevage en aquaculture". CEFRA. Université de Liège- Station d'aquaculture de Tihange, (1999) 80 p.
- [21] - HS. EDNA et EC. BOYD, "Dynamics of Pond Aquaculture" CRC Press LLC : USA, (1997) 437 p.
- [22] - E. TOSSAVI, A. N'TCHA, A. DJISSOU, D. KPOGUE, I. OUATTARA, D. FIOGBE, "Feeding rate requirements for *Schilbe intermedius* (Rüppel, 1832) fingerlings reared in captivity". *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*(IJAAR) ISSN: 2223-7054, Vol. 7, N°6 (2015) 34 - 41 p.
- [23] - P. O' BRYEN, S. LEE, "Discussion summary : socioeconomic aspects of species and systems selection for sustainable aquaculture" (2007) 477 - 487 p. In: Leung P, Lee CS, O' Bryen PJ, editors. Species and system selection for sustainable Aquaculture. Blackwell Publishing, Oxford
- [24] - D. KPOGUE, E. FIOGBE, Feeding rate requirements for *Parachanna obscura* fry reared under controlled environmental conditions. *J. Appli. Biosci.*, 55 (2012) 3962 - 3972
- [25] - P. KESTEMONT, J-C. MICHA et U. FALTER, "Les Méthodes de Production d'Alevins de *Tilapia nilotica*", ADCP / REP / 89 / 46, PNUD-FAO, Rome, (1989) 132 p.
- [26] - C. MELARD et JC. PHILIPPART, "Pisciculture intensive de *O. niloticus* dans les affluents thermiques d'une centrale nucléaire en Belgique". Doc. E/11, (1980)
- [27] - D. ADANDEDJAN, S. AHOUANSOU MONTCHO, A. CHIKOU, P. LALEYE et G. GOURENE, "Caractérisation des peuplements de macroinvertébrés benthiques à l'aide de la carte auto-organisatrice (SOM)" C. R. Biologies, 336 (2013) 244 - 248
- [28] - A. MADJIKI, A-C. PIAL, N. NDAM, A. AMOUGOU, "Caractérisation hydrologique et physicochimique d'un hydrosystème urbain : le lac municipal d'Ebolowa (Sud-Cameroun)" *Afrique Science*, 09 (3) (2013) 122 - 134 p.
- [29] - Y. ABOU, "Effet de l'alimentation à base d'Azolla sur la production du tilapia du Nil en zones humides au Bénin". Dissertation présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences. Presses universitaires de Namur, (2007) 217 p.
- [30] - CK. KANANGIRE, "Effet de l'alimentation des poissons avec Azolla sur l'écosystème agro-piscicole au Rwanda". Thèse de Doctorat, Facultés Universitaires Notre- Dame de la Paix, Namur, Belgique, (2001) 220 p.
- [31] - JJ. BREINE, GG. TEUGELS et F. OLLEVIER, "In l'Aménagement des Ecosystèmes agro-piscicoles d'eau douce en milieu tropical, Symoens JJ & Micha J-C" (eds)(Séminaire, Bruxelles 16–19 mai 1994). CTA—ARSOM, (1995) 633 p.
- [32] - E. D. FIOGBE, J-C. MICHA et C. VAN HOVE, "Use of natural aquatic fern *Azolla microphylla* as a main component in food for the omnivorous-phytoplanktonophagous tilapia *Oreochromis niloticus* L." *J. Appl. Ichthyol.*, 20 (2004) 517 - 520
- [33] - K. FITZSIMMONS, "Introduction to tilapia nutrition. In Tilapia Aquaculture. Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture". Fitzsimmons K (ed). Orlande : Florida, (1997) 9 - 12
- [34] - W. KIM, J. WANG, C. BAI, "dietary protein level for maximum growth of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*(Temminck and Schlegel) ". *Aquacult. Res.*, 33 (2002) 673 - 679
- [35] - A. J. MIDDENDORP, "Pond farming of Niletapilia, *Oreochromis niloticus* (L.), innorthern Cameroun. Feeding Combinations of cottonseed Cake and brewerywaste in fingerling culture, hand-sexed male monosex culture, and mixed culture with police-fish, *Clarias gariepinus* (Burchell) ". *Aquaculture Research*, 26 (1995) 715 - 722
- [36] - A. J. JACKSON, B. S. CAPPER, et A. J. MATTY, "Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*". *Aquaculture*, 27 (1982) 97 - 109
- [37] - V. POUOMOGNE, "Evaluation du potentiel de quelques sous-produits de l'industrie agroalimentaire et modalités d'apport des aliments". Thèse de docteur de l'ENSAR, Rennes, (1994) 267 p.