

Production en bassins de tilapia marchand *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) « souche Brésil » nourri avec des résidus agricoles en combinaison avec des tourteaux de coprah et coton

Youssef DIABAGATE, Yacouba BAMBA*, Barthélemy ZIE et Allassane OUATTARA

Université NANGUI ABROGOUA, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique (LEBA), 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

(Reçu le 03 Janvier 2022 ; Accepté le 10 Février 2023)

* Correspondance, courriel : bamb_yacoub@yahoo.fr

Résumé

La présente étude porte sur l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus* « souche Brésil » menée à la ferme expérimentale de l'Université NANGUI ABROGOUA (Côte d'Ivoire). L'expérimentation a été conduite entre août 2021 et septembre 2022. Cette étude visait l'amélioration de la taille de tilapia commercialisable et surtout, la réduction du coût de production. Elle a évalué les effets d'un aliment extrudé importé (KOUDIJS) utilisé comme référence (AR) et trois aliments locaux, sur la croissance, la composition corporelle et le ratio coût-bénéfice. Les aliments formulés étaient à base de tourteaux de coprah, coton et soja, sons de riz et blé. Des juvéniles pesant $32,56 \pm 0,8$ g ont été nourris trois fois par jour à 9 h, 11 h et 13 h. Huit bassins ont été utilisés, dont deux par aliment. La densité de stockage était de 20 poissons/m³. Après 180 jours d'essai, le meilleur indice de conversion alimentaire ($1,92 \pm 0,16$) et le poids final le plus grand ($456,7 \pm 37,7$ g) ont été enregistrés avec AR, suivi de ACOT ($2,16 \pm 0,10$ et $402,2 \pm 18,6$ g, respectivement). Les dépôts de graisse corporelle (11,8 - 13,8 %) ont été plus élevés chez les poissons nourris aux aliments locaux que celui (10,5 %) des poissons nourris avec AR. Comparés à AR, les aliments locaux ont réduit le coût d'alimentation par unité de gain de poids de 59,4 % à 70,3 %. La présente étude a montré qu'une meilleure formulation d'aliment à base de sous-produits agricoles locaux appropriés peut réduire le coût de production, mais surtout, améliorer la croissance du tilapia.

Mots-clés : *Oreochromis niloticus* « souche Brésil », sous-produits agricoles, croissance, coût - bénéfice.

Abstract

Production in raceways of marketable tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) "Brazil strain" fed with crops residues in combination with coconut oil cake and cottonseeds oil cake

The present study focuses on the feeding of tilapia *Oreochromis niloticus* "Brazil strain" carried out at the fish farm of NANGUI ABROGOUA University of (Côte d'Ivoire). The experiment was conducted between August 2021 and September 2022. This study intended to improve the size of marketable tilapia, but above all, reduce the production cost. It assessed the effects of an imported extruded diet (KOUDIJS) used as

reference (AR) and three practical diets, on the growth, body composition and cost-benefit. Formulated diets were made from coconut oil cake, cottonseeds oil cake, soybeans oil cake, rice bran and wheat bran. Juveniles weighing 32.56 ± 0.8 g were fed three times daily at 9 h, 11 h and 13 h. Eight raceways were used, including 2 raceways per diet. The stocking density used was 20 fish/m³. After 180 days of trial, the best feed conversion index (1.92 ± 0.16) and the highest final weight (456.7 ± 37.7 g) were obtained in fish fed diet AR, followed by ACOT (2.16 ± 0.10 and 402.2 ± 18.6 g, respectively). Fat deposition (11.8 - 13.8 %) was higher in fish reared on practical diets, compared to diet AR (10.5 %). Practical diets reduced the cost of feeding per unit of weight gain by 59.4 % to 70.3 %, compared to the reference diet AR. The present study showed that better formulation of diets, using appropriate agricultural by-products, can reduce production costs and, most importantly, improve fish growth

Keywords : *Oreochromis niloticus* "Brazil strain", agricultural by-products, growth, cost - benefit.

1. Introduction

L'utilisation des aliments exogènes et des souches améliorées de poisson sont deux principaux facteurs qui ont contribué au développement spectaculaire de l'aquaculture dans le monde [1]. Toutefois, en Afrique subsaharienne, la pisciculture rencontre encore plusieurs obstacles parmi lesquels, (i) l'indisponibilité d'aliments locaux de qualité, (ii) la baisse des performances zootechniques des souches locales de poisson utilisées, mais et surtout, (iii) la difficulté d'approvisionnement et le coût élevé des aliments importés performants [1 - 3]. Pour certains auteurs [2, 4, 5], l'amélioration de la production piscicole tropicale, en l'occurrence, celle de tilapia passe nécessairement par l'utilisation de souches améliorées et des aliments économiquement rentables et zootechniquement acceptables. En Côte d'Ivoire, par exemple, la production issue de la pisciculture (environ 4 500 tonnes/an) reste faible et ne représente qu'environ 2,4 % de la production nationale annuelle [3, 6]. Face à la cherté des aliments industriels, plus de 90 % des pisciculteurs utilisent directement des sons de céréales (riz, maïs, mil, blé) sous forme de poudre, contre seulement 2 à 3 % de pisciculteurs utilisant des granulés de type coulant et 2 à 3 % de pisciculteurs utilisant des granulés extrudés flottants importés [6]. La majorité (environ 90 %) de ces pisciculteurs commercialise le tilapia à un poids moyen compris entre 200 et 300 g. En revanche, le tilapia congelé importé et celui issu des pêches ont un poids moyen supérieur à 350 g [6, 7]. Des études antérieures ont montré que la demande en poisson de taille comprise entre 300 et 500 g est forte sur le marché [6 - 8]. En revanche, selon ces mêmes auteurs, sur le marché peu de ménages aspirent à des tilapias de pisciculture de taille variant entre 200 et 250 g. Le tilapia de pisciculture local a donc du mal à être compétitif devant le tilapia *O. niloticus* importé d'Asie et, dans une moindre mesure, les produits de pêche [6, 8]. Ainsi, le marché du tilapia de pisciculture en Côte d'Ivoire reste donc fortement concurrentiel, ce qui nécessite la mise en place d'un système de production piscicole spécifique pour des consommateurs bien ciblés. Selon diverses sources [2, 4, 9, 10], l'utilisation des souches améliorées de poisson et des aliments de qualité régulièrement disponibles sont les principaux facteurs qui ont contribué à l'expansion et à la croissance rapide de l'aquaculture. Dans ce contexte, des auteurs recommandent donc l'utilisation de souches améliorées [11, 12] et des aliments composés rentables faits à base d'un mélange de plusieurs sous-produits agricoles locaux [1, 13]. Pour ces auteurs, ces voies et moyens pourraient réduire non seulement la destruction des poissons sauvages utilisés pour la farine de poisson, mais et surtout, les coûts de l'alimentation tout en améliorant la taille marchande du poisson de pisciculture locale et la rentabilité des exploitations. En Côte d'Ivoire, l'abondance des résidus agricoles lui confère un avantage pour la production piscicole [6]. De plus, en 2014, une nouvelle souche de tilapia *O. niloticus* « souche Brésil » a été introduite dans la pisciculture ivoirienne. Ce nouveau tilapia est un dérivé de *O. niloticus* « souche Bouaké »

qui a subi une série d'améliorations au Brésil depuis 1971 [14]. Les résultats d'une étude réalisée ont montré que la croissance des alevins de tilapia « souche Brésil » était meilleure que celle de tilapia local « souche Bouaké » [15]. En raison de ce qui précède, il s'avère donc nécessaire de tester dans l'alimentation de *O. niloticus* « souche Brésil », une combinaison de résidus agricoles pour produire du tilapia marchand répondant à l'aspiration de la majorité des consommateurs. C'est dans cette optique que s'est orienté l'objectif de la présente étude qui a consisté à élaborer des aliments à base de sous-produits agricoles locaux, afin de contribuer au développement de la pisciculture ivoirienne et à l'amélioration de la rentabilité des exploitations. Pour ce faire, nous avons testé dans l'alimentation du tilapia *O. niloticus* « souche Brésil », trois types d'aliment formulés contenant des tourteaux de coton et coprah, comparés à un aliment extrudé importé du Vietnam. De façon particulière, il s'est agi de déterminer les effets des régimes expérimentaux sur les performances de croissance et la composition chimique du tilapia *O. niloticus* élevé en phase de grossissement. Ensuite, les impacts de l'utilisation des aliments expérimentaux sur le coût de l'alimentation des poissons ont été évalués.

2. Matériel et méthodes

2-1. Infrastructures d'élevage et poissons expérimentaux

Les essais ont été conduits sur les installations de la ferme expérimentale de l'Université NANGUI ABROGOUA en Côte d'Ivoire. Cette ferme est située au sein de ladite Université (5°23'30" de latitude Nord et 4°0'56" de longitude Ouest) dans la ville d'Abidjan. Ces essais ont été menés dans huit (08) bassins (2,80 x 2,60 x 0,8 m) (**Figure 1**), à raison de 2 bassins par traitement alimentaire. Le volume d'eau utile était de 5 m³. Ces bassins, alimentés en eau à partir d'un forage, étaient munis d'un système de renouvellement continu d'eau. Un débit d'eau minimal de 6 L/minute a été maintenu dans chacun des bassins expérimentaux. Les poissons utilisés pour les essais étaient des juvéniles de tilapia *O. niloticus* « souche Brésil » d'un poids moyen initial de 32,56 ± 0,8 g. Ces poissons, âgés de 90 jours ont été obtenus à partir de sexage manuel d'alevins prégrossis. Ces alevins ont été produits sur place et nourris à l'aliment importé (KOUDIJS).



Figure 1 : Dispositif expérimental à la ferme piscicole de l'Université NANGUI ABROGOUA

2-2. Aliments expérimentaux et préparation

Trois aliments locaux désignés ACOP, ACOT et AM ont été formulés. Les matières premières utilisées pour la formulation de ces aliments locaux étaient constituées de sons de riz et de blé, des tourteaux de coprah,

coton et soja, de l'huile végétale, du sel de cuisine, de la farine de coquille et premix. Les différents ingrédients ont été achetés sur le marché local auprès des fournisseurs. Ces aliments formulés (ACOP, ACOT et AM) étaient isoprotéiques (environ 28 % de protéines brutes). Les compositions de base de ces aliments formulés (**Tableau 1**) étaient les suivantes : ACOT (tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé, premix), ACOP (tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé, premix) et AM (tourteaux de coton, coprah et soja, sons de riz et blé, premix). Les tourteaux de soja, coton et de coprah ont été utilisés comme sources de protéines. En ce qui concerne les sons de céréales (riz et blé) et l'huile végétale, ils ont été apportés comme sources principales d'énergie. Un aliment industriel (KOUDIJS) importé du Vietnam a servi de référence (AR). Cet aliment titre 30% de protéines et est vendu sur le marché local. Cet aliment de référence était extrudé contrairement aux aliments locaux formulés. Les quatre aliments expérimentaux étaient tous de type pulvérulent.

Tableau 1 : Composition et proportions d'incorporation des ingrédients (g /100 g) des régimes locaux (ACOT, AM et ACOP) utilisés pour l'élevage en bassin de *Oreochromis niloticus* « souche Brésil »

Intrants	Traitements alimentaires		
	Aliment ACOT	Aliment AM	Aliment ACOP
Tourteau de soja	32	32	44
Tourteau de coton	23	21	0
Tourteau de coprah	0	10	19
Son de blé	20	16	16
Son de riz	20	16	16
Sel de cuisine	1,5	1,5	1,5
Huile de palme	1	1	1
Huile de soja	0,5	0,5	0,5
Farine de coquille	1,5	1,5	1,5
*Premix	0,5	0,5	0,5

ACOT : Aliment local contenant du tourteau de coton ; *AM* : Aliment local mixte contenant les tourteaux de coton et coprah ; *ACOP* : Aliment local contenant du tourteau de coprah, * : Premix : Vitamine A : 4800000 IU ; Vitamine D3 : 80000IU ; Vitamine E : 4000 mg ; Vitamine K : 800 mg ; Vitamine B1 : 400mg ; Riboflavine : 1600 mg ; Vitamine B6 : 600 mg, Vitamine B12 : 4 mg ; Acide pantothénique : 4000 mg ; Acide nicotinique : 8000mg ; Acide folique : 400 mg ; Biotine : 20 mg, Manganèse : 22000 mg ; Zinc : 22000 mg ; Fer : 15000 mg ; Cuivre : 4000 mg ; Iode : 400 mg ; Sélénium : 400mg ; Cobalt : 4.8 mg.

Pour la fabrication des aliments formulés, les matières premières brutes ont été rendues en poudre (1 mm de diamètre) à l'aide d'un broyeur à marteau de fabrication locale et passées à travers un tamis de maille un millimètre. Un pré-mélange constitué des sons de riz et blé, des tourteaux de soja, coton et de coprah (selon la formule alimentaire) a été effectué. Les autres ingrédients constitués des huiles végétales, de farine de coquille, de sel de cuisine et de premix ont été ajoutés au pré-mélange afin d'obtenir un produit homogène. Les compositions bromatologiques des quatre aliments expérimentaux sont présentées dans le **Tableau 2**. Les analyses ont été effectuées par « Techna nutrition » de France.

Tableau 2 : *Composition chimique (% matière sèche) et teneur en acides aminés indispensables (en % de protéine) des régimes expérimentaux*

Composition (%)	Traitements alimentaires				Besoin en acides aminés essentiels*
	Aliment ACOP	Aliment AM	Aliment ACOT	Aliment AR	
Matière sèche	83,48	83,48	82,96	89,7	
Protéine brute	28,52	28,45	28,38	30	
Lipides	6,07	6,7	9,13	4,51	
Fibres	11,10	10,10	8,35	7,28	
Cendres	5,32	5,22	5,28	6,99	
Energie Métabolisable (MJ / kg de MS)	3,07	3,20	3,49	3,26	
Composition en acides aminés essentiels (en % de protéine)					
Arginine	10,43	9,46	7,80	6,34	4,2
Lysine	4,28	4,41	4,51	5,01	5,12
Méthionine	1,68	1,59	1,61	2,26	2,68
Histidine	2,66	2,56	2,59	2,13	1,72
Phénylalanine	4,10	4,64	4,53	4,53	3,75
Tyrosine	2,96	3,31	3,22	3,29	3,75
Leucine	6,28	6,38	6,31	4,82	3,39
Isoleucine	4,75	3,98	4,08	3,4	3,11
Valine	4,62	4,64	4,73	3,43	2,8
Thréonine	3,58	3,19	3,27	3,72	3,75
Ratio Arginine et Lysine					
Arginine/Lysine	2,44	2,14	1,73	1,66	0,82

*ACOT : Aliment local contenant du tourteau de coton ; AM : Aliment local mixte contenant les tourteaux de coton et coprah ; ACOP : Aliment local contenant du tourteau de coprah ; AR : Aliment extrudé importé utilisé comme référence, * Besoin en Acides Aminés essentiels (AAE)[16]*

2-3. Procédure expérimentale

Les essais ont été conduits pendant 180 jours. Deux cycles de production ont été réalisés entre août 2021 et septembre 2022 (cycle 1 : août 2021 à janvier 2022 ; cycle 2 : mars à août 2022). Pour l’empoissonnement des bassins, les poissons ont été comptés par lots de 50 et pesés au moyen d’une balance électronique de marque GENERIC (précision : 1g). Plusieurs pesées ont été effectuées pour atteindre la densité de stockage de 20 poissons/m³ appliquée. Deux bassins en ont été utilisés par traitement alimentaire. Les poissons ont été nourris à 5 % et 3 % de leur poids vif respectivement le premier mois, et du deuxième au sixième mois d’élevage [17]. Les rations journalières ont été servies à la volée manuellement à 9 h, 11 h et 13 h. Des pêches de contrôles mensuels ont été réalisées pour déterminer la croissance pondérale à partir d’un échantillon représentant 50 % de l’effectif de chaque bassin. Ces contrôles ont permis de réajuster la ration alimentaire du mois au prorata de la biomasse totale. A l’issue du 180^{ème} jour d’élevage, 50 individus ont été prélevés dans chaque bassin et pesés individuellement [17]. Pour estimer la production totale et le taux de survie, tous les bassins ont été vidés de leur contenu et tous les poissons récoltés. A partir de ces données, différents paramètres de performances zootechniques, de production et de coûts utilisés ont été calculés.

2-4. Qualité des eaux

Un multi-paramètre portable de Modèle « HANNA Instruments HI 991001 pH & Water Analysis » a été utilisé pour évaluer les valeurs de la température en degrés Celsius et le pH. L'oxygène dissous (mg/L) a été mesuré au moyen d'un oxymètre portable « HANNA Instruments HI 9146 ». La transparence a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. Les mesures ont été réalisées toutes les semaines deux fois par semaine, entre 6 et 7 h et entre 15 h30 - 16 h00 [15].

2-5. Évaluation économique

La démarche de la présente étude aborde une approche prévisionnelle sur la marge bénéficiaire brute que peut générer l'utilisation de chaque aliment expérimental. L'analyse économique réalisée n'a pris en compte que les coûts de revient du kilogramme d'aliment et le coût d'alimentation pour produire un kilogramme de gain de poids. L'estimation du coût de revient des aliments locaux formulés a été fondée sur le prix des matières premières pratiqué sur le marché local. Par ailleurs, des coûts additionnels de fabrication (5000F CFA/tonne) et de transport (20000 F CFA/voyage) ont été intégrés. Quant à celui de l'aliment de référence, il se rapporte au prix d'achat et de transport. Les charges sont exprimées en Franc CFA (F CFA : Franc de la Communauté Financière Africaine).

2-6. Échantillonnage et analyse chimique des poissons

Pour les analyses de la composition chimique du poisson avant le début des essais d'alimentation pour chaque cycle, 20 poissons ont été échantillonnés de façon aléatoire dans le stock initial de poisson. A la fin des 180 jours de nourrissage, 5 poissons ont été prélevés dans chaque bassin, soit 10 poissons par traitement alimentaire pour déterminer la composition chimique. Les poissons ont été sacrifiés en abaissant progressivement la température corporelle dans un congélateur muni d'un thermostat. Ils ont été ensuite broyés et rendus en une pâte homogène pour les analyses. Les protéines brutes, lipides, cendres totales et l'humidité ont été déterminés conformément à la méthode standard [18]. La matière sèche a été déterminée par mesure de la perte de poids après séchage durant 24 h à l'étuve à 105°C. Concernant les protéines brutes (N x 6,25), elles ont été dosées par la méthode de Kjeldahl. Quant aux lipides, les teneurs ont été déterminées par la méthode d'extraction à chaud au Soxhlet. Pour ce qui concerne les cendres, les teneurs ont été déterminées après incinération des échantillons au four à moufle à 550°C pendant 24 heures.

2-7. Paramètres évalués

A partir des données récoltées, plusieurs paramètres ont été calculés. En l'absence de mesure directe, l'énergie métabolisable (EM) peut être estimée par des équations faisant appel à l'analyse chimique [19]. Les valeurs des énergies métabolisables des quatre régimes expérimentaux ont donc été calculées à l'aide de l'Équation de prédiction suivante [20] :

$$EM \text{ (MJ/Kg de MS)} = 3,95 + [0,0544 \times \% \text{ lipides}] - [0,0887 \times \% \text{ fibres}] - [0,0408 \times \% \text{ cendres}] \quad (1)$$

Les paramètres de croissance, production, utilisation des aliments et économiques utilisés pour la comparaison entre les traitements alimentaires ont été calculés à l'aide des formules mathématiques ci-dessous [17] :

$$\text{Gain de poids : } G_p \text{ (g)} = P_{mf} - P_{mi} \quad (2)$$

$$\text{Gain de poids quotidien : } G_{pj} \text{ (g/j)} = (P_{mf} - P_{mi}) / dt \quad (3)$$

$$\text{Taux de survie : TS (\%)} = 100 \times (\text{Npf} / \text{Npi}) ; \quad (4)$$

$$\text{Taux de croissance spécifique : TCS (\%/jour)} = 100 \times [\text{Ln} (\text{Pmf}) - \text{Ln} (\text{Pmi})] / \text{dt} \quad (5)$$

$$\text{Indice de conversion alimentaire : IC} = \text{Quantité d'aliment distribuée} / \text{Gp} ; \quad (6)$$

$$\text{Coefficient d'efficacité protéique : CEP} = \text{Gp} / (\text{protéines ingérées}) ; \quad (7)$$

$$\text{Coût d'alimentation pour produire un 1 Kg de poisson : CA} = \text{CR} \times \text{IC} ; \quad (8)$$

$$\begin{aligned} &\text{Taux de réduction du coût des aliments formulés comparé à la Référence :} \\ &\text{TRC (\%)} = 100 \times [(\text{y}) - (\text{z})] / [(\text{y})] \quad (9) \end{aligned}$$

Pmf étant le poids moyen final, Pmi le poids moyen initial, Npf le nombre de poisson final, Npi le nombre de poissons initial, dt la durée de l'élevage, CR le Coût de revient d'un (1) Kg d'aliment, TRC le Taux de réduction du coût de l'aliment local comparé au régime de référence, (y) le coût de l'aliment de référence et (z) le coût de l'aliment local.

2-8. Analyses statistiques

Les effets des aliments sur la qualité de l'eau et sur les paramètres zootechniques ont été déterminés. Le test de Kolmogorov - Smirnov a d'abord été appliqué pour vérifier la normalité de la distribution des données collectées. Ces données ont été traitées ensuite par l'analyse de variance à trois facteurs (ANOVA 3) (régimes, bassins et cycle de production) avec la prise en compte des effets des régimes, des structures d'élevage, du cycle de production et de l'interaction entre ces trois facteurs principaux. Le test de Tukey (test HSD de Tukey) a été utilisé pour effectuer les comparaisons multiples entre les moyennes en cas de différence significative globale. Les différences ont été considérées significatives au seuil de 5%. Les analyses statistiques des variables mesurées ont été effectuées avec le logiciel SPSS, version « IBM SPSS Statistics 20 ».

3. Résultats

3-1. Qualité des eaux

La température a été relativement élevée et similaire dans tous les bassins C pendant toute l'expérience. Les valeurs relevées ont varié de 23 à 26,1°C le matin entre 6 et 7 h et de 25°C à 28°C dans la soirée entre 15 h 30 et 16 h 00. Les valeurs moyennes calculées ont été comprises entre 26,6 ± 0,47°C et 26,8 ± 0,54°C. Quant à l'oxygène dissous, les valeurs enregistrées ont varié le matin de 2 à 4 mg/L et de 4 mg/L et 6,71 mg/L dans la soirée, soit des moyennes comprises entre 4,12 ± 0,14 mg/L et 4,89 ± 0,17 mg/L, respectivement pour les bassins ayant reçu les aliments AR et ACOP. La valeur moyenne de l'oxygène dissous dans les structures de référence a été plus faible que celles observées dans les autres. Les valeurs minimales du taux d'oxygène dissous ont été observées le matin et les maximales dans la soirée. S'agissant du pH et de la transparence, les valeurs enregistrées ont été généralement comprises entre 6 et 9, puis entre 15 cm et 24 cm, respectivement. Dans le même ordre, les valeurs moyennes obtenues ont été comprises entre 7,50 ± 0,21 (ACOT) et 7,70 ± 0,10 (AM) pour le pH, et entre 19 ± 0,1 cm (ACOP) et 20 ± 1 cm (AR) pour la transparence. Dans l'ensemble, les valeurs moyennes des paramètres de qualité de l'eau étaient statistiquement similaires ($p > 0,05$) dans tous les bassins expérimentaux. Les conditions de culture ont donc été considérées comme identiques.

3-2. Évolution du poids moyen mensuel

La **Figure 2** présente l'évolution du poids moyen mensuel des juvéniles de *O. niloticus* « souche Brésil » nourris pendant 180 jours en bassin avec trois aliments locaux (ACOP, ACOT et AM) et un industriel extrudé importé (référence AR). Les courbes de croissance pondérale ont gardé une allure ascendante au cours de l'essai. En fonction du traitement alimentaire, les poids moyens finaux ont varié de $273,55 \pm 6,51$ g à $456,75 \pm 9,92$ g. Pendant le premier mois (30 jours), tous les lots de juvéniles ont eu une croissance presque similaire. Au-delà de cette période, les profils de croissance procurés par les aliments expérimentaux ont été différents. Trois groupes de croissance pondérale peuvent être distingués. Le premier relatif aux poissons nourris avec les aliments ACOP et AM contenant le tourteau de coprah montre une croissance plus faible qui se maintient tout au long de l'expérience. Ces deux aliments (ACOP et AM) ont procuré aux poissons élevés des croissances presque similaires. Le second groupe relatif aux poissons nourris avec l'aliment local ACOT contenant le tourteau de coton se distingue nettement, à la fois du premier et du troisième groupe ayant reçu l'aliment de référence AR (aliment extrudé importé). Les poissons élevés à cet aliment de référence (AR) présentent une croissance pondérale supérieure à celles de ceux nourris avec les aliments formulés ACOP, AM et ACOT lors des 5 derniers mois. Au niveau des aliments formulés, l'analyse des courbes de la **Figure 2** montre que l'aliment contenant le tourteau de coton procure au tilapia *O. niloticus* une croissance plus élevée que celles obtenues avec les régimes contenant le tourteau de coprah.

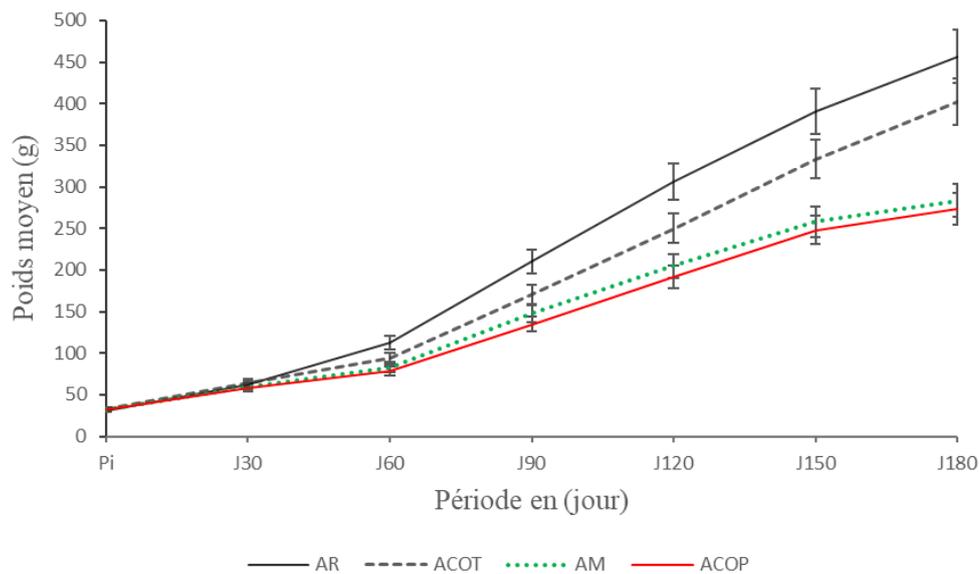


Figure 2 : Évolution du poids moyen (g) de tilapia *O. niloticus* « souche Brésil » élevé en bassin en fonction du temps et du type d'aliment à densité constante

Les barres verticales indiquent les écart-types inter-duplicata (deux répétitions et deux cycles de production); ACOT : Aliment local contenant du tourteau de coton ; AM : Aliment local mixte contenant les tourteaux de coton et coprah ; ACOP : Aliment local contenant du tourteau de coprah ; AR : Aliment extrudé importé utilisé comme référence.

3-3. Paramètres zootechniques

Les résultats des paramètres de croissance en termes de poids moyen final (Pmf), gain de poids journalier (GPj), taux de croissance spécifique (TCS), indice de conversion alimentaire (IC), coefficient d'efficacité protéique (CEP) et de taux de survie (Ts) après 180 jours d'alimentation sont présentés dans le **Tableau 3**. Entre les répétitions, l'analyse de variance effectuée n'a révélé aucune différence significative ($p > 0,05$) au sein du même traitement alimentaire. En revanche, les valeurs des paramètres zootechniques ont varié significativement ($p < 0,05$) entre les traitements alimentaires. Les poids moyens finaux des poissons nourris aux aliments formulés ACOP, AM et ACOT ont été compris entre $273,55 \pm 11,4$ g (ACOP) et $402,2 \pm 18,6$ g (ACOT), contre $456,7 \pm 37,7$ g pour les lots de référence. Les croissances journalières correspondantes ont varié de $1,34 \pm 0,06$ g/j (ACOP) à $2,05 \pm 0,10$ g/j (ACOT) (*versus* $2,36 \pm 0,20$ g/j pour AR). La croissance la plus élevée a été obtenue avec l'aliment de référence AR suivi de l'aliment ACOT contenant le tourteau de coton. Les analyses statistiques montrent que les croissances quotidiennes des lots nourris avec les aliments ACOP et AM contenant le tourteau de coprah ne diffèrent pas significativement ($p > 0,05$). Pour ce qui concerne les taux de croissance spécifiques, les valeurs obtenues chez les lots de poissons nourris avec les aliments formulés vont de $1,19 \pm 0,03$ (%/j) à $1,40 \pm 0,04$ (%/jour) respectivement pour ACOP et ACOT, contre $1,47 \pm 0,04$ pour les lots de référence (AR). En d'autres termes, l'aliment AR a offert aux poissons un meilleur TCS suivi de ACOT. Les aliments ACOP et AM ont eu des TCS presque similaires.

Pour ce qui concerne la transformation des aliments, les indices de conversion alimentaires (IC) calculés ont été compris entre $3,14 \pm 0,15$ (ACOP) et $2,16 \pm 0,10$ (ACOT) pour les aliments locaux (*versus* $1,92 \pm 0,16$ pour AR). Ces aliments formulés se sont caractérisés par des coefficients d'efficacité protéique compris entre $1,15 \pm 0,05$ et $1,67 \pm 0,08$, respectivement pour ACOP et ACOT, contre $1,84 \pm 0,85$ pour l'aliment de référence (AR). Les valeurs moyennes des paramètres de transformation des aliments (IC et CEP) et de croissance (Pmf, GPj et TCS) obtenues chez les lots de poissons de référence ont été plus élevées significativement ($p < 0,05$) que celles observées dans les autres lots. De même, les lots nourris avec l'aliment local ACOT contenant le tourteau de coton ont eu des performances de croissance et des indices de transformation des aliments (IC et CEP) nettement supérieurs ($p < 0,05$) à ceux des poissons ayant reçu les aliments ACOP et AM contenant le tourteau de coprah. Concernant l'état général des poissons, tout au long de l'expérience, les poissons n'ont présenté aucun signe pathologique et n'ont pas subi de mortalités élevées. Les poissons morts ont été généralement observés après chaque contrôle de croissance. Ceci permet d'attribuer les mortalités enregistrées plutôt aux manipulations lors des relevés biométriques qu'à la composition des régimes alimentaires. Les taux de survie moyens en fin de l'expérience pour les aliments formulés ont été de $95,7 \pm 1,26$ % ; $97 \pm 0,83$ % et $97,8 \pm 1,43$, respectivement pour ACOP, AM et ACOT, contre $96,3 \pm 4,58$ pour la référence (AR). L'analyse statistique montre que la différence entre les taux de survie des différents lots n'est pas significative ($P > 0,05$).

Tableau 3 : Paramètres de croissance, d'utilisation des aliments et économique d'*Oreochromis niloticus* « souche Brésil » nourri avec quatre régimes (ACOP, ACOT, AM et AR) en grossissement durant 180 jours

Paramètres	Traitements alimentaires			
	Aliment ACOP	Aliment AM	Aliment ACOT	Aliment AR
Poids moyen initial : Pmi (g)	32,60 ± 0,80 ^a	32,55 ± 0,80 ^a	32,50 ± 2,47 ^a	32,60 ± 1,11 ^a
Poids moyen final : Pmf (g)	273,55 ± 11,4 ^a	283,3 ± 17,4 ^a	402,2 ± 18,6 ^b	456,7 ± 37,7 ^c
Gain de poids : GP (g)	241,5 ± 11,5 ^a	251,6 ± 17,5 ^a	369,8 ± 18,5 ^b	424,95 ± 37,3 ^c
Gain de poids quotidien : GPj (g/j)	1,34 ± 0,06 ^a	1,39 ± 0,09 ^a	2,05 ± 0,10 ^b	2,36 ± 0,20 ^c
Taux de croissance spécifique : TCS (%/j)	1,19 ± 0,03 ^a	1,21 ± 0,03 ^a	1,40 ± 0,04 ^b	1,47 ± 0,04 ^c
Indice de conversion alimentaire : IC	3,14 ± 0,15 ^a	3,02 ± 0,19 ^a	2,16 ± 0,10 ^b	1,92 ± 0,16 ^c
Coefficient d'efficacité protéique : CEP	1,15 ± 0,05 ^a	1,20 ± 0,08 ^a	1,67 ± 0,08 ^b	1,84 ± 0,85 ^c
Taux de survie : Ts (%)	95,7 ± 1,26 ^a	97 ± 0,83 ^a	97,8 ± 1,43 ^a	96,3 ± 4,58 ^a
Coût de revient de l'aliment (F CFA / kg)	228	219	223	884
Taux de réduction du coût des aliments locaux par rapport à AR (%)	74,2	75,2	74,8	-
Coût d'alimentation pour 1kg de gain de poids (F CFA/ kg gain de poids)	850	799	622	2095
Taux de réduction du coût d'alimentation pour 1 kg de gain de poids par rapport à AR (%)	59,4	61,8	70,3	-

Les résultats ont été exprimés en : Moyenne ± ECT (écart type) de deux répétitions et de deux cycles de production. Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT), affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$). Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT), partageant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$). ACOT : Aliment local contenant du tourteau de coton ; AM : Aliment local mixte contenant les tourteaux de coton et coprah ; ACOP : Aliment local contenant du tourteau de coprah ; AR : Aliment extrudé importé utilisé comme référence.

3-4. Composition chimique des poissons expérimentaux

Les compositions chimiques des poissons avant et après les essais d'alimentation sont présentées dans le **Tableau 4**. Excepté les cendres, les teneurs des autres paramètres (matière sèche, lipide et protéines brutes) des poissons en fin d'expérience ont été plus élevées que celles de l'état initial. En fin d'expérience, la teneur en matière sèche est comprise entre 26,8 % (AR) et 27,1 % (ACOP). Les protéines brutes ont varié de 62,9 % (ACOP) à 63,6 % (AR) et les cendres de 13,9 % (AM) à 14,6 % (AR). Toutefois, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été montrée entre les poissons issus des quatre traitements alimentaires. Contrairement à ces variables, les graisses corporelles (11,8 % - 13,8 %) des poissons nourris aux aliments locaux formulés ont été statistiquement plus élevés ($p < 0,05$) que celle (10,5 %) des poissons ayant reçu l'aliment de référence AR. Les dépôts de graisse croissent avec l'augmentation des teneurs des lipides alimentaires.

Tableau 4 : Composition chimique des poissons en début et fin d'expérience

Composition de carcasse	Etat final (traitements alimentaires)				Etat initial
	Aliment ACOP	Aliment AM	Aliment ACOT	Aliment AR	
Matière sèche (MS (%))	27,1 ± 0,9 ^a	26,9 ± 1,1 ^a	27 ± 1,3 ^a	26,8 ± 1,5 ^a	22,3 ± 2,2
Protéine brute (%MS)	62,9 ± 2 ^a	63 ± 1,8 ^a	63,1 ± 1,4 ^a	63,6 ± 1,2 ^a	62 ± 1
Lipide (%MS)	11,8 ± 0,9 ^a	12 ± 1,1 ^a	13,8 ± 1,2 ^b	10,5 ± 0,8 ^c	9,7 ± 0,9
Cendre (%)	14,4 ± 0,3 ^a	13,9 ± 0,2 ^a	14,2 ± 0,1 ^a	14,6 ± 0,3 ^a	14,88 ± 0,06

Les résultats sont exprimés en : Moyenne ± ECT (Ecart type) de deux répétitions et de deux cycles de production. Sur chaque ligne, les valeurs (Moyenne ± ECT) affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($p < 0,05$). Sur chaque ligne, les valeurs (moyenne ± ECT), partageant en commun au moins une lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

3-5. Paramètres économiques

Les résultats des paramètres de charge financière liée à l'alimentation sont résumés dans le **Tableau 3**. Les coûts de revient d'un kilogramme d'aliment pour AM, ACOT et ACOP ont été respectivement, de 219, 228 et 223 F CFA, contre 884 F CFA pour la référence (AR). Comparées à cette dernière, ces valeurs observées ont généré conséquemment, des taux de réduction de 75,2, 74,8 et 74,2%, respectivement pour AM, ACOT et ACOP. Les coûts de revient (219 à 228 F CFA) des régimes formulés à base de sous-produits agricoles locaux étaient très proches. Pour ce qui concerne le coût d'alimentation pour produire un kilogramme de poisson (coût d'alimentation par unité de prise de poids), les valeurs respectives enregistrées ont été de 850 ; 779 et 622 F CFA pour les aliments formulés ACOP, AM et ACOT, contre 2095 F CFA pour l'aliment importé et utilisé comme référence (AR). Comparés à cet aliment de référence (AR) dans le même ordre, les taux de réduction correspondants ont été de 59,4 ; 61,8 et 70,3 %. Au niveau des aliments locaux, bien que la différence entre les coûts de revient du kilogramme d'aliment n'était pas importante, l'utilisation de l'aliment ACOT a permis de réduire le cout de production du kilogramme de poisson par des taux respectifs de 25 et 36,7 % par rapport à ACOP et AM.

4. Discussion

4-1. Qualité des eaux

Tous les paramètres de la qualité sont dans la gamme acceptable requise pour l'aquaculture tropicale (pH : 6 à 9, oxygène dissous ≥ 3 mg/L et température $\geq 25^{\circ}\text{C}$ et transparence comprise entre 20 et 30 cm) [21]. Les valeurs de température (24,1 - 28,5 °C) enregistrées au cours de la présente étude sont comparables à celles (23,6 à 31,6°C) enregistrées dans des études antérieures réalisées avec le tilapia *O. niloticus* [17]. Pour ce qui concerne l'oxygène dissous, les concentrations ont été généralement plus élevées la soirée (16h) et plus faibles le matin (7 h) (2 mg/L). Cette variation pourrait s'expliquer par la photosynthèse et les activités de respiration et de dégradation des matières organiques. En effet, la photosynthèse productrice d'oxygène, est quasiment nulle la nuit alors que la respiration et la dégradation de la matière organique accumulée dans les structures de production sont continues, occasionnant ainsi une consommation importante d'oxygène [22]. Pour ce qui concerne le pH, la faible valeur enregistrée par moments en aquaculture résulte d'un important processus de décomposition de la matière organique (aliments non consommés et fèces) [23]. S'agissant de la transparence, la même source indique que les faibles valeurs parfois enregistrées en aquaculture sont la conséquence de l'abondance du phytoplancton dans les étangs due à l'enrichissement de ces milieux en sels nutritifs.

4-2. Paramètres zootechniques

D'une manière générale, les régimes locaux (ACOT, AM et ACOP) ont procuré aux poissons des performances zootechniques significativement plus faibles ($p < 0,05$; ANOVA 3) que celles des lots nourris avec l'aliment importé KOUDELS (référence : AR). De même, au niveau des aliments formulés, les meilleures performances de croissance et d'utilisation des aliments ($p < 0,05$; ANOVA 3) ont été obtenues avec ACOT (contenant tourteau de coton). Les deux derniers (ACOP et AM) ont procuré aux poissons des performances zootechniques statistiquement similaires ($p > 0,05$). L'écart de performances zootechniques observé entre l'aliment extrudé importé (référence) et les aliments locaux formulés non extrudés résulterait des faibles quantités de protéines ingérées par les poissons nourris à ces aliments (ACOT, ACOP, AM). Les niveaux protéiques (28,38 à 28,52 %) des aliments formulés étaient inférieurs au taux protéique de l'aliment de référence (30 %). Ces résultats obtenus dans la présente étude sont en adéquation avec ceux obtenus en étang sur *Oreochromis niloticus* [24]. L'écart de performance observé entre l'aliment de référence (AR) et ceux formulés pourrait également provenir de l'extrusion. En effet, certains auteurs [25] ont rapporté que la technique d'extrusion améliore les caractéristiques physiques et la digestibilité des aliments, ainsi que la disponibilité et la convertibilité des nutriments. Selon ces mêmes auteurs, l'extrusion améliore les performances des aliments et partant, les performances de croissance des poissons. Des résultats similaires ont été observés chez *Oreochromis niloticus* dont le poids du corps a connu un gain important avec l'aliment extrudé comparé à l'aliment non extrudé [24, 26]. Au niveau des quatre aliments expérimentaux (AR, ACOT, ACOP, AM), les écarts de performances de croissance enregistrées pourraient résulter du déséquilibre entre l'Arginine et la Lysine et des teneurs en fibres. En effet, les besoins alimentaires en Arginine et Lysine du tilapia du Nil sont estimés respectivement à 4,20 % et 5,12 % [16], soit un ratio Arginine/Lysine optimal de 0,82. Toutefois, vu la composition bromatologique, l'aliment importé (AR) a un ratio Arginine/Lysine de 1,66 plus proche de l'optimal (Arginine/Lysine ; 0,82), suivi de celui (1,73) de ACOT.

En revanche, AM et ACOP sont les moins équilibrés (2,14 ; 2,44, respectivement). Ce qui suggère que la différence observée pourrait provenir de leur ratio Arginine/Lysine. Ce constat de la présente étude est en adéquation avec les observations antérieures faites par d'autres auteurs. [27]. Selon ces sources, si l'apport alimentaire en acides aminés indispensables ne répond pas parfaitement aux besoins de l'animal, la rétention et la synthèse protéiques sont réduites, et la croissance est de ce fait ralentie. Les résultats de la présente étude corroborent ceux des travaux réalisés sur *Oreochromis niloticus* [17]. La différence de performances zootechniques observée entre les lots expérimentaux pourrait être attribuée à la teneur en fibres alimentaires. En effet, AR, ACOT, AM et ACOP contiennent respectivement 7,28 % ; 8,35 % ; 10,1 % ; 11,1 % de fibre. A l'opposé, la croissance décroît régulièrement et spécifiquement suivant le même ordre (AR, ACOT, AM et ACOP). Des résultats similaires ont été également obtenus avec le tilapia *Oreochromis niloticus* [24] et la carpe noire *Mylopharyngodon piceus* [28]. Par ailleurs, certains auteurs [16, 28, 29] ont rapporté que les fortes teneurs des fibres alimentaires réduisent l'efficacité digestive et l'assimilation des nutriments. Pour ce qui concerne les trois aliments formulés (ACOT, AM et ACOP), les résultats obtenus ont montré que les performances de croissance enregistrées décroissent avec l'augmentation graduelle des proportions de tourteau de coprah dans les aliments. La différence de performance observée pourrait donc provenir des tourteaux de coton et de coprah. Ces deux ingrédients qui sont les seuls paramètres qui discriminent essentiellement les trois formules alimentaires n'ont pas les mêmes valeurs nutritionnelles. Comme l'ont révélé certains auteurs, les coefficients de digestibilité protéique et de matière organique du tourteau de coton sont respectivement de 93 % et 74 % contre 71 % et 58 % pour le tourteau de coprah [30]. Or, les aliments ACOT, AM et ACOP contiennent respectivement 0 %, 10 % et 19 % de tourteau de coprah. Ce qui suggère que l'aliment ACOT serait le plus digeste et assimilable, et contribuerait mieux à favoriser la croissance chez les poissons. Le tourteau de coprah étant présent dans les aliments ACOP et

AM, les performances de croissance (Pmf, GPj et TCS) des poissons nourris à ces aliments ne peuvent qu'être plus faibles par rapport à ceux des lots ayant reçu l'aliment ACOT. Par ailleurs, les indices de transformation de l'aliment ACOT ($2,16 \pm 0,10$ et $1,67 \pm 0,08$, respectivement pour IC et CEP) ont été meilleurs que ceux des deux autres aliments. Ces résultats confirment que ACOT est le plus digeste et assimilable par les poissons que AM et ACOP dont les valeurs respectives de l'indice de conversion alimentaires et du coefficient d'efficacité protéique sont de $3,02 \pm 0,19$ et $1,20 \pm 0,08$ pour AM, puis de $3,14 \pm 0,15$ et $1,15 \pm 0,05$ pour ACOP. Au regard de la composition bromatologique des aliments formulés, singulièrement, les teneurs des lipides alimentaires pourraient être aussi à l'origine de l'écart de performance observé entre les aliments formulés (ACOT, AM et ACOP). En effet, les teneurs des lipides alimentaires diminuent progressivement de ACOT, AM à ACOP. A l'inverse, on a constaté que les performances de croissance procurées aux poissons par ces mêmes aliments ont baissé dans le même ordre, soit de ACOT, AM à ACOP. Ceci suppose que la différence observée pourrait être en relation avec les teneurs des lipides alimentaires. Les résultats de cette étude sont en adéquation avec ceux des travaux antérieurs effectués [31]. Selon ces mêmes sources, un accroissement dans une certaine limite des teneurs de lipides dans les aliments, les rend plus énergétiques et permet aux protéines d'être efficacement utilisées et converties pour la croissance du poisson. Des résultats semblables ont également été rapportés chez *Siganus rivulatus* [32]. Dans l'ensemble, les taux de survie enregistrés varient de 95,7 % à 97,8 %. Ces résultats sont satisfaisants, comparés à ceux obtenus (89,7 % - 93,5 %) [17] et (95,5 % à 97,7 %) [33] avec *O. niloticus* nourri avec des aliments à base de sous-produits locaux. Les gains moyens de poids des aliments formulés ont varié de 241,5 g (ACOP) à 369,8 g (ACOT) avec des croissances quotidiennes comprises entre 1,34 g/j (ACOP) et 2,05 g/j (ACOT). Ces croissances journalières étaient supérieures à celles des études réalisées en étang (1,53 g/j - 1,94 g/j) [17]. La différence de croissance observée pourrait être en relation avec la souche de *O. niloticus* utilisée. La souche de tilapia utilisée dans les études antérieures était *O. niloticus* « souche Bouaké », versus *O. niloticus* « souche Brésil » pour la présente étude. Cette dernière est une souche améliorée de la souche « Bouaké » au Brésil [14]. Il a été récemment rapporté que la croissance des alevins de *O. niloticus* « souche Brésil » était meilleure que celle des alevins de tilapia « souche Bouaké » [15]. De même, des observations similaires ont été faites chez deux souches distinctes de *O. niloticus* [34]. Relativement aux indices de conversion alimentaires (IC), les présents résultats (1,92 à 3,14) sont proches de ceux (2,22 - 2,88) enregistrés dans des travaux réalisés en étang [17].

4-3. Rentabilité économique

Les analyses des différentes charges financières liées à l'alimentation montrent que l'utilisation des aliments locaux entraîne un gain économique et des performances de croissances satisfaisantes grâce à un bon choix des intrants et une meilleure formulation alimentaire. L'emploi de ces aliments locaux (ACOP, AM et ACOT) a généré une économie de coût d'alimentation (coût d'aliment pour produire un kilogramme de poisson) par des taux respectifs de 59,4 %, 61,8 et 70,3 %, comparés à la référence AR (aliment importé). Les résultats de ce travail sont en adéquation avec ceux des travaux antérieurs qui ont enregistré des taux de réduction de 19 à 34 % [17] et de 13 % - 21 % [24]. Par rapport à la référence AR (aliment importé), l'aliment formulé ACOT semble présenter le meilleur ratio qualité/prix. Au niveau des aliments locaux, l'emploi de l'aliment ACOT (contenant le tourteau de coton) permet de rehausser la croissance des poissons tout en produisant davantage moins cher par rapport aux deux autres (ACOP et AM), grâce à sa bonne qualité nutritionnelle. Dans la pisciculture tropicale, l'aliment performant pourrait donc être celui qui optimise les résultats économiques et les performances de production.

4-4. Composition chimique des poissons expérimentaux

Relativement à la composition chimique des poissons, les résultats de la présente étude montrent que les dépôts de graisse chez les poissons croissent avec l'augmentation des teneurs en lipides des aliments. En effet, AR, ACOP, AM et ACOT contiennent des teneurs respectives de 4,51 % ; 6,07 % ; 6,7 % et 9,13 % de lipides. De même, suivant le même ordre, les graisses corporelles croissent graduellement et spécifiquement (10,5 %, 11,8 %, 12 % et 13,8 %, respectivement pour AR, ACOP, AM et ACOT). Les présents résultats sont en concordance avec ceux des travaux antérieurs réalisés [35]. Ces mêmes auteurs ont rapporté que l'augmentation des teneurs lipidiques des aliments conduit à un accroissement des graisses tissulaires.

5. Conclusion

Les résultats de la présente étude ont montré l'intérêt économique et zootechnique à utiliser les aliments locaux plutôt que l'aliment importé (référence). Par ailleurs, on a constaté que le coût de production d'un kilogramme de poisson pour l'aliment importé revient deux fois plus cher que celui obtenu avec les aliments locaux, alors l'écart entre les croissances des poissons n'est pas aussi important. Comparée à la référence AR (aliment importé), l'emploi des aliments locaux a permis une réduction du coût d'alimentation pour produire un kilogramme de poisson par des taux de 59,4 %, à 70,3 %. Les résultats de cette étude ont également révélé que l'utilisation du tourteau de coton associé à d'autres résidus agricoles pour nourrir le tilapia *Oreochromis niloticus* permet de produire des poissons marchands de poids moyen supérieur à 350 g, qui répondent aux aspirations de la majorité des consommateurs. Cette étude montre également que le tourteau de coton offre au tilapia *O. niloticus* les meilleures performances de croissance, comparativement au tourteau de coprah. Les résultats de cette étude montrent enfin que l'aliment à utiliser dans les élevages hors-sol doit couvrir parfaitement les besoins en protéines et en acides aminés indispensables pour procurer l'optimum de croissance.

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements au Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (FIRCA) et au Pôle de recherche Pêche et Aquaculture pour le cofinancement de cette étude et pour leur appui logistique. Nous exprimons également notre reconnaissance au Docteur OUATTARA N'golo Maître de Conférences à l'UFR- Sciences de la Nature et à Koné Soumaïla et Traoré Abou, ex-étudiants en Master professionnel de Pêche et Aquaculture, pour leur assistance pendant la collecte des données.

Références

- [1] - FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018. Atteindre les objectifs de développement durable, Rome, (2018) 254 p., <http://www.fao.org/3/i9540fr/i9540fr.pdf>
- [2] - C. E. LIND, R. E. BRUMMETT and R. W. PONZONI, Exploitation and conservation of fish genetic resources in Africa : Issues and priorities for aquaculture development and research, *Aquaculture*, 47 (2012) 125 - 141
- [3] - MIRAH (Ministère des Ressources Animales et Halieutiques), Politique Nationale de Développement de l'Élevage, de la Pêche et de l'Aquaculture en Côte d'Ivoire (PONADEPA 2022-2026), (2022) 178 p.

- [4] - Y. B. ANSAH, E. A. FRIMPONG and E. M. HALLERMAN, Genetically-Improved Tilapia Strains in Africa : Potential Benefits and Negative Impacts, *Sustainability*, 6 (2014) 3697 - 3721
- [5] - G. E ANANE-TAABEAH, E. A. FRIMPONG and E. HALLERMAN, Aquaculture-mediated invasion of the genetically improved farmed tilapia (GIFT) into the lower Volta Basin of Ghana, *Diversity*, 11 (188) (2019) 1 - 22
- [6] - PREPICO (Projet de Relance de la Production Piscicole Continentale), Rapport final, JICA (Agence Japonaise de Coopération Internationale), MIRAH (Ministère des Ressources Animales et Halieutiques), Abidjan, Côte d'Ivoire, 326 p.
- [7] - H. YAO, A. R. KOUMI, B. C. ATSE et E. P. KOUAMELAN, Etat des connaissances sur la pisciculture en Côte d'Ivoire, *Agronomie Africaine*, 29 (3) (2017) 224 - 247
- [8] - S. COULIBALY, R. BONHOULOU, Y. OSSEY et B. ATSE, Etude comparative de la commercialisation et la consommation du tilapia élevé en Côte d'Ivoire et importé de la chine, *Agronomie Africaine*, 8 (1) (2019) 17 - 22
- [9] - A. TACON and M. METIAN, Feed Matters : Satisfying the Feed Demand of Aquaculture, *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23 (1) (2015) 1 - 10
- [10] - B. ADELEKE, D. ROBERTSON-ANDERSSON, G. MOODLEY and S. TAYLOR, Aquaculture in Africa: a comparative review of Egypt, Nigeria, and Uganda vis-à-vis South Africa, *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 29 (2021) 167 - 19
- [11] - R. W. PONZONI, N. H. NGUYEN, H. L. KHAW, A. HAMZAH, K. R. ABU BAKAR and H. Y. YEE, Genetic improvement of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with special reference to the work conducted by the WorldFish Center with the GIFT strain, *Reviews in Aquaculture*, 3 (2011) 27 - 41
- [12] - K. B. WORKAGEGN and H. M. GJOEN, Comparative Studies on the Growth Performance of Four Juvenile *Oreochromis niloticus* L., (1785) Strains in Pond Culture, Ethiopia, *International Journal of Aquaculture*, 2 (7) (2012) 40 - 47
- [13] - C. BUREL et F. MÉDALE, Quid de l'utilisation des protéines d'origine végétale en aquaculture ? *Oilseeds & fats, Crops and Lipids*, 21 (4) (2014) 2 - 15, DOI : 10.1051/ocl/2014013
- [14] - X. ROGNON, "Diversité Génétique et Relation Phylogénétiques chez les Tilapia (Pisces : Cichlidae), Comparaison des Données du polymorphisme Enzymatique et Mitochondrial", Thèse, Université Paris IX, Orsay, (1993) 176 p.
- [15] - C. ZEA BIUE, I. N. OUATTARA, S. BERTE et B. KAMAGATE, Performances zootechniques des alevins de trois souches du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* L., (1758) du paysage aquacole de la Côte d'Ivoire élevées en happa implante dans un étang, *Agronomie Africaine*, 34 (2) (2022) 191 - 1198
- [16] - NRC (National Research Council), *Nutrient requirements of fish and shrimp*, Ed. Academie Press, National Washington DC, (2011)
- [17] - Y. BAMBA, N. OUATTARA, S. OUATTARA, A. OUATTARA and G. GOURENE, Effect of diets containing cocoa bean shell and coconut oil cake on the growth of *Oreochromis niloticus* (LINNE, 1758) in pond, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (4) (2014) 1368 - 138
- [18] - AOAC (Association of Official Analytical Chemists), *Official Methods of Analysis*, 17th Edition, 2nd Revision, Gaithersburg, (2003)
- [19] - W. M. M. A. JANSSEN and B. CARRE, Influence of fibre on digestibility of poultry feds, in "*Recent advances in animal nutrition, series Studies in the agricultural and food sciences*", Ed. W. Haresign and D. J. N. Cole, 19th Nutrition Conference for feed manufacturers, Butterworth, London, (1985) 2 - 86
- [20] - I. R. SIBBALD, The effects of dietary cellulose and sand on the combined metabolic plus endogenous energy and amino acid outputs of adult cockerels, *Poultry Science*, 59 (4) (1980) 836 - 844
- [21] - L. H. SIPAÚBA-TAVARES and R. M. SANTEIRO, Fish farm and water quality management. *Acta Scientiarum*, 35 (1) (2013) 21 - 27, <https://doi.org/10.4025/actas.cibio.lsci.v35i1.10086>

- [22] - C. E. BOYD and T. HANSON, Dissolved oxygen concentration in pond aquaculture, *Global Aquaculture Advocate*, 13 (2010) 40 - 41
- [23] - A. BHATNAGAR and P. DEVI, Water quality guidelines for the management of pond fish, culture, *International Journal of Environmental Science*, 3 (6) (2013) 1980 - 2009
- [24] - K. BROU, K. N'ZUE, M. OSWALD et Y. BAMBA, Effets des régimes extrudés contenant du son de riz et du son de blé sur les performances de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) élevé en enclos, *Afrique SCIENCE*, 17 (6) (2020) 264 - 281, <http://www.afriquescience.net/PDF/17/6/19.pdf>
- [25] - Y. FENG and Y. LEE, Effect of specific mechanical energy on in-vitro digestion and physical properties of extruded rice-based snacks, *Food and Nutrition Sciences*, 5 (2014) 1818 - 1827
- [26] - M. S. HUSSAIN, B. A. PATEL, M. PATHAK, H. SINGH and P. M. SINGH, Comparative study on use of floating pelleted fish feed and local practice of feeding in composite fish culture (cfc) by tribal farmers in east siang district arunachal Pradesh, *Journal of Experimental Zoology*, 20 (1) (2017) 1305 - 1308
- [27] - K. U. KHAN, C. F. M. MANSANO, T. M. T NASCIMENTO, A. Z. BOARATTI, A. T. RODRIGUES, D. M. A. QUEIROZ and J. B. K FERNANDES, Whole-body amino acid pattern of juvenile, preadult, and adult *pacu*, *Piaractus mesopotamicus*, with an estimation of its dietary essential amino acid requirements, *Journal of the World Aquaculture Society*, 51 (1) (2020) 224 - 234, <https://doi.org/10.1111/jwas.12600>
- [28] - C. WU, J. YE, J. GAO, X. YANG and Y. ZHANG, Effect of varying carbohydrate fractions on growth, body composition, metabolic, and hormonal indices in juvenile black carp, *Mylopharyngodon piceus*, *Journal of the World Aquaculture Society*, 47 (2016) 435 - 449
- [29] - E. CAPUANO, The behavior of dietary fiber in the gastrointestinal tract determines its physiological effect, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (16) (2017) 3543 - 3564
- [30] - D. SAUVANT, J-M. PEREZ et G. TRAN, Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage, INRA 2è Edition, Paris, (2004) 301 p.
- [31] - H. LI, W. XU, J. JIN, X. ZHU, Y. YANG, D. HAN, H. LIU and S. XIE, Effects of Dietary Carbohydrate and Lipid Concentrations on Growth Performance, Feed Utilization, Glucose, and Lipid Metabolism in Two Strains of Gibel Carp, *Frontiers in Veterinary Science*, 6 (165) (2019) 1 - 14
- [32] - J. GHANAWI, L. ROY, D. A. DAVIS and I. P. SAOUD, Effects of dietary lipid levels on growth performance of marbled spinefoot rabbitfish *Siganus rivulatus*, *Aquaculture*, 310 (2011) 395 - 400
- [33] - M. S. AZAZA, F. MENSI, I. IMOROU TOKO, M. N. DHRAIEF, A. ABDELMOULEH, B. BRINI et M. M. KRAIEM, Effets de l'incorporation de la farine de tomate dans l'alimentation du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* L.1758) en élevage dans les eaux géothermales du Sud Tunisien, *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, 33 (2006) 47 - 58
- [34] - J. F. NIHOREYE, N. N. UTSHUDIENYEMA, G. A. LUFUNGULA et J. U. DI M'BALU, Comparaison des performances de croissance en station de pisciculture d'une souche sauvage et d'une souche domestique du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus* L.) au Sud-Kivu, RD Congo, *Journal of Applied Biosciences*, 140 (1) (2019) 14245 - 14255
- [35] - A. S. K. YONG, S. Y. OOI, R. SHAPAWI, A. K. BISWAS and T. KENJI, Effects of Dietary Lipid Increments on Growth Performance, Feed Utilization, Carcass Composition and Intraperitoneal Fat of Marble Goby, *Oxyeleotris marmorata*, Juveniles, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (2015) 653 - 660