

Effets d'aliments contenant des tourteaux de coton et coprah sur les performances de croissance des larves de tilapia *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) « souche Brésil » élevées en aquarium (Côte d'Ivoire)

[Effects of diets containing cotton seed oil cake and coconut oil cake on the growth performance of tilapia larvae *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) « Brazil strain » reared in aquariums (Côte d'Ivoire)]

Yousseuf Diabagate, Yacouba Bamba, Kouamé Richmond N'Zue, Barthélemy Zie, and 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

Copyright © 2024 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: A feeding study was conducted at the NANGUI ABROGOUA University fish farm between August and September 2022. It assesses the effects of one an imported extruded diet (KOUDIJS) used as a reference (AR) and three practical diets (ACOP, ACOT and MA), on growth and cost-benefit ratio. These diets contain 30% protein. The basic composition of formulated diets is: ACOP (coconut and soybean oil cakes, rice and wheat bran, vegetable oil); ACOT (cotton seed and soybean oil cakes, rice and wheat bran, vegetable oil) and AM (Cotton seed, coconut and soybean oil cakes, rice and wheat bran, vegetable oil). Larvae weighing $145 \text{ mg} \pm 6$ were fed to satiety in 8 aquariums at the density of 4 larvae/L. The larvae were fed at 9h, 11h, 13h and 15h. After 35 days of rearing, the final average weights obtained were $1.45 \pm 0.01\text{g}$, $1.51 \pm 0.01\text{g}$ and $1.67 \pm 0.01\text{g}$, respectively for ACOP, AM and ACOT, against $1.85 \pm 0.06\text{g}$ for AR. The best feed conversion index (CI= 1.31 ± 0.04) and daily growth ($1.71 \pm 0.06\text{g/day}$) were obtained with AR, followed by ACOT. The highest feed conversion index (CI= 1.68 ± 0.01) and lowest daily growth ($1.33 \pm 0.00\text{g/day}$) were recorded with ACOP. Compared to AR, formulated diets reduced feed cost per unit weight gain by 66-71%.

KEYWORDS: *Oreochromis niloticus*, larvae, feeding, agricultural by-products, production.

RESUME: Une étude d'alimentation a été menée à la ferme piscicole de l'Université NANGUI ABROGOUA entre août et septembre 2022. Elle évalue les effets d'un aliment extrudé importé (KOUDIJS) utilisé comme référence (AR) et de trois aliments locaux (ACOP, ACOT et AM), sur la croissance et le ratio coût-bénéfice. Ces aliments titrent 30% de protéines. La composition de base des aliments formulés est: ACOP (tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé, huile végétale); ACOT (tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé, huile végétale) et AM (Tourteaux de coton, coprah et soja, sons de riz et blé, huile végétale). Des larves pesant $145 \text{ mg} \pm 6$ ont été nourries à satiété dans 8 aquariums à la densité de 4 larves/L. Les larves ont été nourries à 9h, 11h, 13h et à 15h. Après 35 jours d'élevage, les poids moyens finaux obtenus ont été de $1,45 \pm 0,01\text{g}$, $1,51 \pm 0,01\text{g}$ et $1,67 \pm 0,01\text{g}$ respectivement pour ACOP, AM et ACOT, contre $1,85 \pm 0,06\text{g}$ pour AR. Le meilleur indice de conversion alimentaire (IC= $1,31 \pm 0,04$) et de croissance journalière ($1,71 \pm 0,06\text{g/jour}$) ont été obtenus avec AR, suivi de ACOT. Le plus grand indice de conversion alimentaire (IC= $1,68 \pm 0,01$) et la plus faible croissance journalière ($1,33 \pm 0,00\text{g/jour}$) ont été enregistrés avec ACOP. Comparés à AR, les aliments formulés ont réduit le coût d'alimentation par unité de gain de poids de 66 à 71%.

MOTS-CLEFS: *Oreochromis niloticus*, larves, alimentation, sous-produits agricoles, production.

1 INTRODUCTION

Le tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* représente 85 % de la production aquacole totale de tilapias [1], selon la même source, la production actuelle du tilapia *O. niloticus* marchand est réalisée à partir de population monosexue mâle, de façon à éviter les reproductions incontrôlées et indésirables et à obtenir de meilleurs rendements [2-4].

En Côte d'Ivoire, la production de *O. niloticus* rencontre plusieurs obstacles parmi lesquels (i) la faible qualité nutritionnelle des aliments locaux, (ii) la faible disponibilité d'aliment importé de qualité, (iii) le coût des aliments importés jugé élevé par les acteurs, et surtout (vi) le manque d'alevins de qualité. L'amélioration de cette dernière contrainte passe nécessairement par la production massive d'alevins monosexes mâles à travers la technique de l'inversion du sexe des larves [1,5]. Cette voie de production d'alevins pourrait contribuer à l'augmentation de la production du poisson [3]. Toutefois, dans les pays en développement, les difficultés résident dans l'acquisition des aliments exogènes adéquats pour le nourrissage des larves [6,7]. Ces aliments exogènes destinés à produire les alevins monosexes (0-1g) sont jugés très chers par les exploitants et sont surtout difficilement accessibles. Face à cette situation, l'utilisation d'aliments locaux adaptés est nécessaire afin de tirer d'une part, un avantage économique, et d'autre part de maximiser l'efficacité de la conversion de l'aliment et la croissance [8]. Beaucoup d'auteurs sont d'avis que chez le tilapia, la combinaison de plusieurs sous-produits agricoles dans des formules alimentaires pourrait réduire les coûts de production tout en améliorant la rentabilité des exploitations [9, 10]. Certains de ces résidus agricoles accessibles en Côte d'Ivoire sont les tourteaux de coton, coprah, soja, sons de blé et de riz. Dans les pays ouest africains en général, et en Côte d'Ivoire en particulier, l'emploi des sous-produits agricoles dans l'alimentation des larves de *O. niloticus* est très peu décrit. C'est dans cette optique que s'oriente l'objectif général de cette étude qui consiste à tester dans l'alimentation des larves de tilapia *O. niloticus* « souche Brésil » élevées en aquarium, deux types de sous-produits agricoles (tourteau de coton et de coprah) incorporés chacun dans un type d'aliment. Ensuite, d'évaluer un éventuel gain économique des formules expérimentales testées en vue d'une production future d'alevins nourris avec des aliments locaux.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 INFRASTRUCTURES D'ÉLEVAGE ET POISSONS EXPÉRIMENTAUX

L'expérimentation a été réalisée à la ferme expérimentale de l'Université NANGUI ABROGOUA (5°23'30" de latitude Nord et 4°0'56" de longitude Ouest) à Abidjan en Côte d'Ivoire. Le dispositif expérimental se compose d'un ensemble de huit (08) aquariums (Longueur x Largeur x Hauteur: 32,4 cm x 21,4 cm x 21 cm), à raison de 2 aquariums par traitement alimentaire. Ces aquariums ont chacun un volume d'eau utile de 14,5 litres. Ils sont équipés de bulleur servant d'aérateur. Toutes ces structures sont alimentées en eau manuellement à partir d'un bassin de décantation. L'eau en provenance du robinet séjourne 72 heures d'abord dans le bassin d'alimentation avant d'être utilisée pour le renouvellement de l'eau des aquariums.

Les essais ont porté sur des larves de tilapia *Oreochromis niloticus* « souche Brésil » d'un poids moyen corporel de $145 \pm 1,6$ mg. Ces larves de 28 jours d'âge ont été obtenues à partir des géniteurs d'un poids moyen corporel de 100 ± 18 g pour les femelles et 200 ± 22 g pour les mâles.

2.2 ALIMENTS EXPÉRIMENTAUX ET PRÉPARATION

Pour les essais d'alimentation, nous avons utilisé trois aliments locaux dénommés ACOP, ACOT et AM et un aliment industriel (KOU DIJS) servant de référence (AR). Ces aliments locaux étaient formulés à partir de matières premières 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 tourteaux de soja, de coton et de coprah ont été utilisés comme sources de protéines. Ces aliments formulés étaient isoprotéiques (environ 28% de protéines brutes) de compositions de base suivantes: aliment ACOT (sons de riz et blé, tourteaux de coton et soja, premix); aliment ACOP (sons de riz et blé, tourteaux de coprah et soja, premix) et aliment AM (sons de riz et blé, tourteaux de coton, coprah et soja, premix). Quant à l'aliment de référence (AR: KOU DIJS), c'est un aliment extrudé importé du Vietnam et tirant 30% de protéines. Cet aliment de référence ainsi que les matières premières utilisés ont été achetés sur le marché local auprès des fournisseurs. Tous les aliments expérimentaux étaient sous forme pulvérulente.

Pour la fabrication des aliments formulés (ACOT, ACOP et AM), les matières premières brutes ont été rendues en poudre à l'aide d'un broyeur à marteau de fabrication locale et passées à travers un tamis de maille un millimètre. Pour chaque aliment, les ingrédients ont été pesés et mélangés à l'aide d'un mélangeur local jusqu'à l'obtention d'une poudre homogène. A cet ensemble, les huiles végétales et le premix ont été ajoutés puis, l'ensemble a été mélangé de sorte à obtenir un produit homogène. Les compositions bromatologiques des quatre aliments expérimentaux sont présentées dans le Tableau I. Les analyses ont été effectuées par « Techna nutrition » de France.

Table 1. 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	89,70	
Protéine brute	28,52	28,45	28,38	30	
Lipides	6,07	6,70	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	4,20
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	3,40	3,11
Valine	4,62	4,64	4,73	3,43	2,80
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) (NRC, 2011).

2.3 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Les expériences ont été effectuées durant 35 jours. Deux cycles de production ont été réalisés. Pour l’empoissonnement des aquariums, les larves ont été pesées à l’aide d’une balance électronique de marque Terrillon (précision 0,01 g). Différentes pesées ont été effectuées pour réaliser la densité de mise en charge appliquée de 4000 ind./m³ soit 60 larves/aquarium. Deux aquariums ont été utilisés par traitement alimentaire. Les lots de larves de 145 ± 6 mg ont été nourris quotidiennement à refus (ad libitum) à raison de 2 g par aquarium par jour la première semaine. Par la suite, des rations de 4 g (deuxième semaine au troisième) et 7 g (quatrième à la septième semaine d’élevage) ont été appliquées à tous les aquariums. Les rations alimentaires quotidiennes ont été servies manuellement en quatre repas (9h, 11h, 13h et 15h). Des contrôles de croissance pondérale ont été effectués toutes les semaines, soit après 7 jours d’élevage. Ces contrôles ont permis de réajuster conséquemment, les quantités d’aliment distribuées de la semaine subséquente. A l’issue du 35^{ème} jour d’élevage, 50 alevins ont été prélevés dans chaque aquarium et ont fait l’objet de mesure du poids individuel [11] pour les traitements statistiques de comparaison. A partir de ces données, différents paramètres de performances zootechniques et de coûts utilisés ont été calculés.

L’aspect économique ne prend en compte que les coûts de revient d’un kilogramme de chacun des aliments utilisés et le coût de chaque aliment pour produire un kilogramme de gain de poids (coût d’alimentation par unité de prise de poids). En outre, tous les aquariums ont été vidés de leur contenu pour évaluer la production à la survie.

Le suivi de la qualité de l’eau des aquariums a consisté à faire des relevés de pH, d’oxygène dissous (mg/L) et de température (°C). Le pH et la température ont été mesurés à l’aide d’un multi-paramètre portable « HANNA Instruments HI 991001 pH & Water Analysis ». Quant à l’oxygène dissous, il a été mesuré au moyen d’un oxymètre portable « HANNA Instruments HI 9146 ». Les mesures ont été réalisées toutes les semaines, entre 6 et 7 h et entre 15 h30 -16 h00 [12].

2.4 CALCUL DES PARAMÈTRES UTILISÉS

Plusieurs paramètres ont été pris en compte pour estimer la croissance des poissons en fonction des traitements alimentaires et caractériser l'efficacité d'utilisation de l'aliment distribué. Ces paramètres ont été calculés suivant les formules présentées dans le tableau II.

Table 2. Calcul des paramètres zootechniques et du coût des aliments

Paramètres	Formules	Utilités
Taux de survie (TS, %)	(Nombre final de poissons / Nombre initial de poissons) x100	Evaluer la rusticité des poissons
Gain de poids (GP, g)	Poids final (g) - Poids initial (g)	Evaluer la croissance pondérale des poissons pendant un temps donné
Croissance Individuelle Journalière (GPj, g/j)	(Poids final (g) - Poids initial (g)) / Durée de nourrissage (j)	Permet d'apprécier le gain de poids journalier des poissons en élevage
Taux de croissance spécifique (TCS, %/j)	[(Ln Pf - Ln Pi) / Durée de nourrissage (j)] × 100	Evaluer le gain de poids journalier des poissons en pourcentage de leurs poids vifs
Quotient nutritif (Qn)	Quantité d'aliment sec distribuée (g) / Gain de poids frais (g)	Indicateur de l'efficacité de l'aliment.
Coefficient d'Efficacité Protéique (CEP)	Gain de poids frais (g) / Quantité de protéine ingérée (g)	Valorisation des protéines contenues dans la ration alimentaire
Coût lié à l'alimentation par unité de gain de poids	Coût de 1 kg d'aliment x Qn	Permet de définir l'efficacité économique des aliments
Energie Métabolisable (EM, MJ/kg de MS)	= 3,95 + [0,0544 x % lipides] - [0,0887 x % fibres] - [0,0408 x % cendres] (Sibbald, 1980).	Permet d'évaluer la valeur énergétique du régime alimentaire
Rendement (kg/a/an)	Biomasse nette (kg) x 365 / [durée d'élevage x superficie (a)]	Permet d'évaluer la productivité
Production nette ou Biomasse nette (kg)	Biomasse finale (kg) - Biomasse initiale (kg)	Détermine la valeur pondérale globale ajoutée
Taux de réduction du coût des aliments extrudés comparé aux régimes non extrudés (%)=	100 x ([coût de l'aliment (y) non extrudé - coût de l'aliment (y) extrudé] / [coût de l'aliment (y) non extrudé])	Permet d'évaluer le coût et efficacité des aliments par rapport à une référence

2.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les données ont été vérifiées pour une distribution normale par le test de Kolmogorov Smirnov. Les paramètres zootechniques et la qualité de l'eau ont été soumis à l'analyse de variance (ANOVA) à deux caractères (aliment et aquarium) pour tester les différences entre les traitements alimentaires. Lorsque les différences entre les groupes ont été identifiées, plusieurs comparaisons entre les moyennes ont été effectuées à l'aide du test de la différence vraiment significative de Tukey (test HSD de Tukey). Pour ces comparaisons, le seuil de signification de 5 % a été retenu. Ces analyses ont été exécutées à l'aide du logiciel SPSS, version « IBM SPSS Statistics 20 ».

3 RESULTATS

3.1 QUALITÉ DE L'EAU

La température a été relativement élevée et similaire dans tous les aquariums pendant toute l'expérience avec des moyennes allant de 26,27 °C à 26,41 °C. Les valeurs moyennes d'oxygène dissous calculées vont de 8,53 mg/L à 8,79 mg/L. Quant au pH, les valeurs moyennes ont été comprises entre 7,31 et 7,65. Dans l'ensemble, les valeurs moyennes des paramètres de qualité de l'eau étaient similaires ($p > 0,05$) dans tous les aquariums expérimentaux. Les conditions de culture ont donc été considérées comme identiques.

3.2 CROISSANCE PONDÉRALE

La figure 1 présente l'évolution du poids moyen des larves de *O. niloticus* « souche Brésil » nourris avec trois aliments locaux (AM, ACOP et ACOT) et industriel importé (AR.) durant les 35 jours en aquarium. Toutes les courbes présentent la même tendance évolutive à l'issue de 7 jours d'élevage ($p > 0,05$; ANOVA 2). A l'issue du deuxième contrôle, trois lots de croissance pondérale se distinguent de

manière significative ($p < 0,05$) et maintiennent cette tendance jusqu’à la fin de l’expérience. Le premier lot est constitué par les larves nourries avec l’aliment industriel servant de référence (AR) et les deux autres sont constitués, respectivement, de ceux recevant l’aliment local ACOT et les aliments ACOP et AM. Les poids moyens engendrés par les aliments ACOP et AM sont similaires ($p > 0,05$). Les poissons nourris avec l’aliment de référence (AR) présentent une croissance pondérale supérieure ($p < 0,05$) à celles de ceux nourris avec les aliments locaux, suivi par celle des larves ayant reçu l’aliment local contenant le tourteau de coton (ACOT). Le troisième groupe constitué des lots recevant les aliments locaux contenant le tourteau de coprah (ACOP et AM) ont la même allure évolutive de croissance. Ce troisième groupe contenant le tourteau de coprah montre une croissance plus faible qui se maintient tout au long de l’expérience.

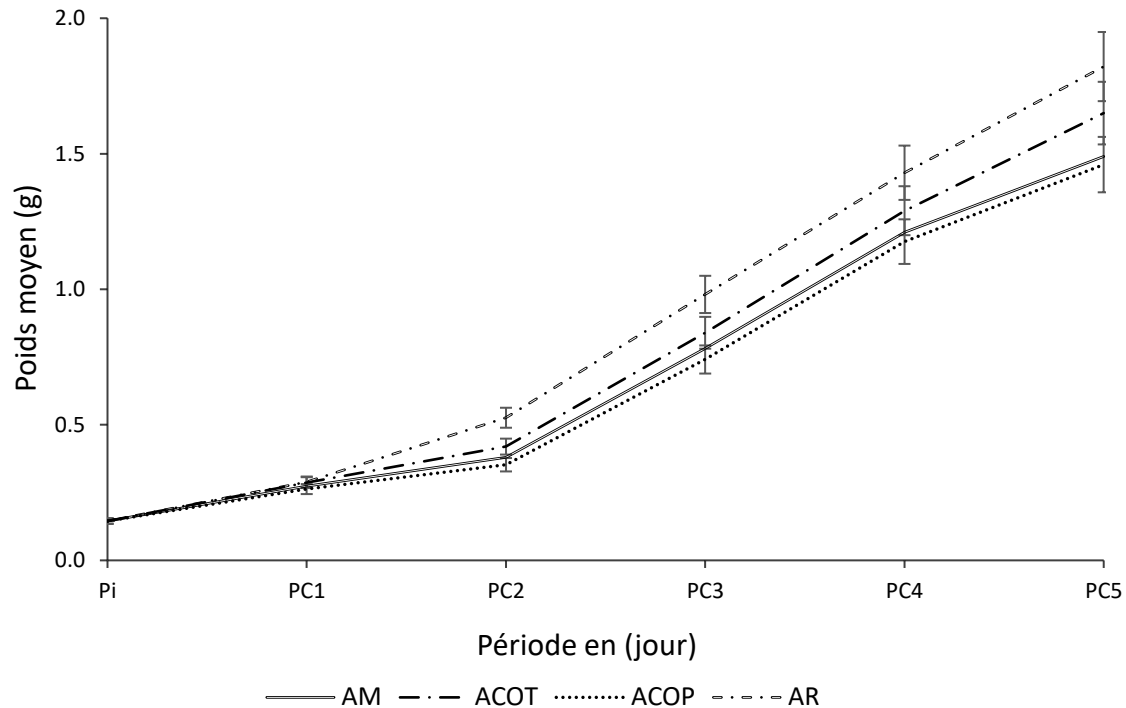


Fig. 1. Variation de la croissance pondérale des larves de *Oreochromis niloticus* élevées en aquarium en fonction du temps et du type d’aliment à densité constante

Les barres verticales indiquent les écart-types inter-duplicata, ACOP Aliment local à base du tourteau de coprah; ACOT: Aliment local à base du tourteau de coton; AM: Aliment local mixte à base des tourteaux de coton et coprah; AR: Aliment de référence (KOUDIJS).

3.3 PARAMÈTRES ZOOTECHNIQUES

Les résultats des paramètres zootechniques chez les larves *Oreochromis niloticus* sont présentés dans le Tableau III. Les valeurs ont varié significativement ($p < 0.05$) entre les traitements alimentaires. La croissance procurée par l’aliment industriel est meilleure que celles obtenues avec les trois aliments locaux. Ainsi, les gains de poids journalier ont varié de $1,33 \pm 0,0g$ (ACOP) à $1,71 \pm 0,06g$ (AR). Dans le même ordre de comparaison, les poids moyens finaux correspondants vont de $1,48 \pm 0,015g$ (ACOP) à $1,85 \pm 0,06g$ (AR). Les taux de croissance spécifiques (TCS) calculés ont varié de $5,95 \pm 0,01$ (%/jour) à $6,53 \pm 0,08$ (%/jour) respectivement pour les aliments ACOP et AR. En d’autres termes, l’aliment AR a un meilleur taux de croissance spécifique (TCS), suivi des aliments ACOT. Les aliments ACOP et AM ont eu des valeurs très voisines. Les indices de conversion alimentaires calculés sont compris entre $1,68 \pm 0,04$ (ACOP) et $1,31 \pm 0,04$ (AR). Les aliments se caractérisés par des coefficients d’efficacité protéiques compris entre $2,12 \pm 0,01$ à $2,39 \pm 0,08$, respectivement pour ACOP et AR. Au niveau des aliments locaux, l’aliment contenant le coton ACOT présente donc la meilleure efficacité, suivi de l’aliment mixte (AM) contenant à la fois les tourteaux de coton et de coprah et en dernière position l’aliment contenant le tourteau de coprah. L’analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les taux de survie. Ainsi, les valeurs récoltées sont $97,0 \pm 0,50$ (%), $96,50 \pm 0,50$ (%), $97,50 \pm 0,52$ (%) et $95,50 \pm 0,50$ (%) respectivement pour les aliments ACOP, AM, ACOT et AR. Toutefois, les meilleurs taux de survie sont enregistrés avec les aliments contenant le tourteau de coton.

Table 3. Performances zootechniques de *Oreochromis niloticus* nourris avec quatre aliments durant 35 jours

Paramètres	Traitements alimentaires			
	ACOP	AM	ACOT	AR
Poids moyen initial : Pmi (g)	0,145 ± 0,07 ^a	0,145 ± 0,1 ^a	0,145 ± 0,06 ^a	0,145 ± 0,09 ^a
Poids moyen final : Pmf (g)	1,48 ± 0,01 ^a	1,51 ± 0,01 ^a	1,67 ± 0,01 ^b	1,85 ± 0,06 ^c
Gain de poids : GP (g)	1,33 ± 0,00 ^a	1,37 ± 0,01 ^a	1,53 ± 0,01 ^b	1,71 ± 0,06 ^c
Gain de poids quotidien : GPj (g/j)	0,04 ± 0,00 ^a	0,04 ± 0,00 ^a	0,04 ± 0,00 ^a	0,05 ± 0,00 ^b
Taux de croissance spécifique : TCS (%/j)	5,95 ± 0,01 ^a	6,01 ± 0,02 ^b	6,27 ± 0,01 ^c	6,53 ± 0,08 ^d
Quotient nutritif : Qn	1,68 ± 0,01 ^a	1,63 ± 0,02 ^a	1,46 ± 0,00 ^b	1,31 ± 0,04 ^c
Coefficient d'efficacité protéique : CEP	2,12 ± 0,01 ^a	2,18 ± 0,02 ^a	2,39 ± 0,01 ^b	2,39 ± 0,08 ^c
Taux de survie : Ts (%)	97,00 ± 0,50 ^a	96,50 ± 0,50 ^a	97,50 ± 0,52 ^a	95,50 ± 0,50 ^a

Les résultats ont été exprimés en: Moyenne ± ECT (écart type) de deux répétitions. Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT) affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$) et celles portant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$).

ACOT: Aliment local contenant du tourteau de coton; ACOP: Aliment local contenant du tourteau de coprah; (AM): Aliment mixte local contenant du tourteau de coton et du tourteau de coprah; AR: Aliment industriel (KOUDIJS) importé utilisé comme référence.

3.4 EVALUATION ÉCONOMIQUE

Concernant la charge financière liée au nourrissage, les résultats des différents paramètres évalués sont résumés dans le tableau IV. Les coûts de revient d'un kilogramme d'aliment pour ACOP, ACOT et AM ont été respectivement de 264,1F CFA, 258,9 F CFA et 259 F CFA, contre 1000 FCFA pour l'aliment de référence (AR). Comparées à l'aliment de référence (AR), ces valeurs observées ont généré, conséquemment, des taux de réduction de 73,59% (ACOP); 74,11% (ACOT) et 74,1% (AM). Les coûts liés à l'alimentation par unité de prise de poids ont été de 377,994; 422,17 et 443,688 FCFA, respectivement pour les aliments ACOT, AM et ACOP contre 1310 FCFA pour l'aliment référence. Comparés à l'aliment AR (référence), ces aliments formulés (ACOP, ACOT et AM) ont engendré une réduction des coûts liés au nourrissage par unité de prise de poids par des taux respectifs de 66,13 %; 71,14 % et 67,77 %.

Table 4. Evaluation des coûts de l'alimentation de *Oreochromis niloticus* en phase larvaire

Paramètres	Traitements alimentaires			
	ACOP	ACOT	AM	AR
Coût de revient d'un kilogramme d'aliment /kg (F CFA/kg)	264,1	258,9	259	1000
Indice de conversion : IC	1,68	1,46	1,63	1,31
Coût financier lié à l'alimentation par unité de prise de poids (F CFA/ kg gain de poids)	443,68	377,99	422,17	1310
Taux de réduction du coût de revient du kilogramme d'aliment / référence (%)	73,59	74,11	74,1	Néant
Taux de réduction du coût d'alimentation par unité de gain de poids/ référence (%)	66,13	71,14	67,77	Néant

ACOT: Aliment local contenant du tourteau de coton; ACOP: Aliment local contenant du tourteau de coprah; AM: Aliment mixte local contenant du tourteau de coton et du tourteau de coprah; AR: Aliment industriel (KOUDIJS) importé utilisé comme référence.

4 DISCUSSION

Dans la présente étude, tous les paramètres de la qualité de l'eau se dans la fourchette des valeurs recommandées (pH: 6 à 9, oxygène dissous ≥ 3 mg/L et température ≥ 25 °C) pour la pisciculture tropicale [13]. Dans l'ensemble, les différents paramètres physicochimiques étudiés (température, oxygène dissous, pH) ne diffèrent pas (ANOVA 2; $p > 0,05$) d'un aquarium à un autre et d'un traitement alimentaire à un autre. Les différences observées dans les performances de croissance entre les lots de poissons pourraient donc être attribuées à la performance des aliments expérimentaux.

Les meilleures performances de croissance ont été obtenues avec l'aliment industriel AR en comparaison aux aliments locaux (ACOT, ACOP, AM). L'écart de performances zootechniques observé entre l'aliment importé et les aliments locaux pourrait s'expliquer par l'effet de l'extrusion. Contrairement à l'aliment importé (référence AR) qui est extrudé, les aliments locaux formulés (ACOT, ACOP, AM) n'étaient pas extrudés. En effet, il est largement admis que la technique d'extrusion améliore les caractéristiques physiques et la digestibilité des aliments, ainsi que la disponibilité et la convertibilité des nutriments [14-16].

Les différences de performances de croissance constatées entre les aliments expérimentaux (ACOP, ACOT, AM et AR) résulteraient du déséquilibre en acides aminés essentiels notamment, la lysine et l'arginine. En effet, le ratio arginine/lysine optimal pour le tilapia du Nil est 0,82. Cependant, l'aliment importé a un ratio arginine/lysine de 1,26 tandis que celui des aliments locaux ACOT, AM et ACOP est respectivement de 1,73; 2,14 et 2,44. De ce qui précède, les meilleures performances obtenues avec l'aliment importé AR suivi de ACOT semblent donc être liées à leurs ratio arginine/lysine respectifs de 1,26 et 1,73 plus proches de l'optimal (arginine/lysine; 0,82) défini par [17] pour *O. niloticus*.

Au niveau des aliments formulés, les meilleures ($p < 0,05$; ANOVA 2) performances de croissance et d'utilisation des aliments ont été obtenues avec ACOT suivi de AM et ACOP. L'aliment local ACOT se distingue de AM et ACOP par une faible teneur en fibres (8,35 %) et des valeurs de lipides (9,13 %) plus grandes. A l'inverse, les aliments AM et ACOP renferment plus de fibres (10, 10% et 11,10 %, respectivement) et moins de lipides (6,7 et 6,07%, respectivement). En effet, certains auteurs [18, 19] ont mentionné que les hautes teneurs en fibres alimentaires (supérieures à 10%) conduisent à une faible efficacité digestive des enzymes et de performance des aliments. Des résultats similaires ont été enregistrés par d'autres auteurs [20, 21] chez *O. niloticus* nourri avec un aliment contenant plus de 10 % de fibres. Relativement aux lipides, des teneurs élevées dans l'aliment permettent aux protéines d'être efficacement utilisées pour la croissance du poisson. Cet effet d'épargne protéique par l'augmentation du taux de lipides de l'aliment a été déjà confirmé chez les salmonidés et démontré chez la plupart des autres espèces [22]. Des résultats similaires ont été également rapportés pour *Siganus rivulatus* [23].

Dans l'ensemble, les taux de survie enregistrés varient de 95,5 % à 97,5 %. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus (81,55% à 97,06%) par [24] avec la même souche de *O. niloticus* et proches de ceux enregistrés (94 % à 96%) par [6] et de ceux obtenus (90 % à 100 %) par [25] avec d'autres souches de *O. niloticus*. Tout au long des essais, très peu de poissons morts ou moribonds ont été enregistrés. Les poissons morts ont été généralement observés un à après chaque contrôle de croissance. Ceci porte à croire que la mortalité observée résulterait vraisemblablement du stress lié à la manipulation. Concernant les indices de conversion alimentaire, les valeurs recueillies (1,31 à 1,68) sont comparables à celles enregistrées (1,27 à 2,98) par [26] en aquarium et supérieures à celles (1,1 à 1,3) rapportées par [6] en bassin en béton. Les différences observées pourraient être en relation avec les structures d'élevage. En effet, les études précédentes réalisées par [6] ont été conduites en bassin en béton à l'air ambiant où les alevins ont dû bénéficier des aliments naturels présents dans cette structure ouverte. A l'inverse, dans les aquariums, cette nourriture naturelle n'est pas présente, car les structures étaient siphonnées tous les deux jours.

Au regard des analyses de la rentabilité économique, les régimes locaux (ACOT, AM et ACOP) entraîne un gain économique grâce à leurs performances relativement bonnes et leur prix de revient au kilogramme relativement plus bas que celui de l'aliment importé. De plus, l'emploi des aliments locaux (ACOT, AM et ACOP) permet une réduction des charges liées au nourrissage du tilapia par unité de gain de poids par des taux compris entre 66,13 % et 71,14 % par rapport à l'aliment industriel importé (AR). Les résultats de cette étude sont en accord avec ceux des travaux antérieurement réalisés par [26] où le taux de réduction des coûts liés à l'alimentation par unité de prise de poids a été compris entre 19,5 à 34,4%.

5 CONCLUSION

Le présent travail, a montré la possibilité d'élevage à moindre coût des larves de tilapia *O. niloticus* « souche Brésil » à base de sous-produits agricoles locaux. Les résultats obtenus montrent que les performances de croissance des larves nourris avec les aliments locaux à base de sous-produits agricoles sont proches de celles des lots de poissons nourris avec l'aliment importé (KOUDIJS) sans causer de préjudice à la croissance et aux survies des larves. De même, l'aliment contenant le tourteau de coton a été plus efficace que celui qui contient le tourteau de coprah. L'analyse de la rentabilité financière a révélé une économie d'utilisation des aliments locaux d'environ 66 à 71 % en comparaison à l'aliment industriel pour la production d'unité de prise de poids. Ainsi en cas d'indisponibilité ou de coût excessif de l'aliment industriel, ces aliments locaux peuvent donc le substituer et répondre aux besoins des pisciculteurs.

REFERENCES

- [1] Lazard J., 2009. La pisciculture des tilapias. *Cahiers Agricultures*, 18 (2-3): 393-401.
- [2] Lazard J. & Oswald M., 1995. Mixed culture of African catfish-tilapia. *Aquatic Living Resources*, 8: 455-463.
- [3] Wessels S. & Hörstgen-Schwark G., 2007. Selection experiments to increase the proportion of males in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by means of temperature treatment. *Aquaculture*, 272S1: S80-7.
- [4] Baroiller J. F., D'Cotta H. & Saillant E., 2009. Environmental effects on fish sex determination and differentiation. *Sexual Development*, (3): 118-135.
- [5] Lacroix E., 2004. Pisciculture en zone tropicale. MAEP-Direction de la Programmation et de la Prospective (2011). Analyse économique des chaînes de valeurs des filières poisson et crevette. GTZ, GFA Terra Systems, Hamburg, 231p.
- [6] Bamba Y., Ouattara A., Moreau J. & Gourene G., 2007. Apport relatif en nourriture naturelle et artificielle dans l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus* en captivité. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 386: 55-68.

- [7] Coulibaly A., Ouattara N. I., Kone T., N'douba V., Snoeks J., Goore Bi G. et Kouamelan E. P., 2007. First results of floating cage culture of the African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: Effect of stocking density on survival and growth rates. *Aquaculture* 263: 61 - 67.
- [8] Guzel S. et Arvas A., 2011. Effects of different feeding strategies on the growth of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *African Journal of Biotechnology*, 10 (25): 5048 - 5052.
- [9] Richter H., Gonzal A., Focken U. & Becker K., 2004. Uptake of natural food and supplemental feed by cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., in laguna de Bay, Philippines. *ICLARM Conference Proceedings*, 6: 347-362.
- [10] Liebert, F. & Portz, L. 2005. Nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed with plant based low phosphorus diets supplemented with graded levels of different sources of microbial phytase. *Aquaculture* 248, 111– 119.
- [11] Bamba Y., Ouattara S., Ouattara N., Doumbia L., Ouattara A., Da Costa K. S. & Gourene G., 2018. Effets d'alimentation à base de différentes sources de protéine végétale en combinaison avec la pelure de cacao, peau d'arachide et tourteau de coprah sur les performances de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Science et technique, Sciences naturelles et appliquées. Spécial hors-série*, (4): 531-544.
- [12] Zea Biue C., Ouattara I. N., Berte S. and Kamagate B., 2022. 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): 191–1198.
- [13] Ross L. G., 2000. Environmental physiology and energetics. In *Tilapias: Biology and Exploitation*, Beveridge MCM, McAndrew BJ (eds). Kluwer Academic Publishers: Great Britain; 89-128.
- [14] Van Hoan N., 2008. Conditions d'utilisation d'un « cuiseur-extrudeur à très faible coût » pour la fabrication de farines infantiles au Vietnam. Université Montpellier 2 Sciences et Techniques du Languedoc. Ecole doctorale: Sciences des Procédés – Sciences des Aliments. Discipline: Nutrition et Sciences des aliments, 215 p.
- [15] Feng Y. & Lee Y., 2014. Effect of Specific Mechanical Energy on In-Vitro Digestion and Physical Properties of Extruded Rice-Based Snacks. *Food and Nutrition Sciences*, 5: 1818-1827.
- [16] Sarr S. M, Thiam A., Faye E. H., Séné M. and Ndiaye M., 2015. Production d'alevins de tilapia (*Oreochromis niloticus*) avec 3 aliments à base de sous-produits agro-industriels au Nord du Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9 (5): 2598-2606.
- [17] NRC (National Research Council), 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. Natl. Washington DC, USA, Academie. Press, 392 p.
- [18] Francis G., Makkar H. P. S. & Becker K., 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199: 197-227.
- [19] Krogdahl A., Penn M., Thorsen J., Refstie S. & Bakke A. M., 2010. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses in salmonids. *Aquaculture Research*, 41: 333-344.
- [20] Hilton J. W., Atkinson J. L. & Slinger S. J., 1983. Effect of increased dietary fiber on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40: 81-85.
- [21] Anderson J., Jackson A. J., Matty A. J. & Capper B. S., 1984. Effects of dietary carbohydrate and fiber on the Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 37: 303-314.
- [22] Boujard T., Vallee F. et Vachot C., 2004. Évaluation des rejets d'origine nutritionnelle de truiticultures par la méthode des bilans, comparaison avec les flux sortants. Dossier de l'environnement de l'INRA n°26, 32-34.
- [23] Ghanawi J., Roy L., Davis D. A. & Saoud I. P., 2011. Effects of dietary lipid levels on growth performance of marbled spine foot rabbit fish *Siganus rivulatus*. *Aquaculture*, 310: 395-400.
- [24] Zea Biue C., Ouattara I. N. and Berte S., 2019. Effets de la fréquence de nourrissage sur les paramètres zootechniques et le taux de masculinisation des larves de la souche « Brésil » du tilapia du nil *Oreochromis niloticus* (linnée, 1758) pendant et après le traitement avec le 17- α -methyltestosterone. *Agronomie Africaine*, 31 (3): 259 – 271.
- [25] El-Sayed A.-F. M., 2002. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquaculture Research*, 33 (8): 621–626.
- [26] Bamba Y., Ouattara N., Ouattara S., Ouattara A. & Gourene G., 2014. 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): 1368-1380.