

# Effets de l'alimentation contenant des tourteaux de coprah et coton sur les performances de production en bassin des juvéniles du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) «Souche Brésil»

Youssef DIABAGATE<sup>1\*</sup>, Yacouba BAMBA<sup>1</sup>, Kouadio Jean-Luc BROU<sup>1</sup>, Kouamé Richmond N'ZUE<sup>1</sup>, Allassane OUATTARA<sup>1</sup>

## Résumé

L'alimentation des poissons est l'une des contraintes majeures du développement de la pisciculture tropicale. Le but de ce travail est d'améliorer la croissance et réduire le coût de l'alimentation du tilapia d'élevage. A cet effet, une étude réalisée dans une ferme expérimentale a consisté à évaluer les effets des aliments locaux (ACOT, ACOP, AM) et un aliment de référence importé (KOUDIJS), sur les performances zootechniques de *Oreochromis niloticus* et leurs ratios coût-bénéfice. La formulation des aliments était : ACOT (tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé), ACOP (tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé) et AM (tourteaux de coton, coprah et soja, sons de riz et blé). Des alevins pesant  $1,30 \pm 0,04$  g nourris à 9 h, 11 h et 13 h pendant 90 jours sont répartis dans huit bassins, dont deux par aliment. La densité était de 40 poissons/m<sup>3</sup>. Après 90 jours de nourrissage, le meilleur indice de conversion alimentaire et poids final sont respectivement ( $2,14 \pm 0,20$  ;  $36,61 \pm 3,27$ g) avec AR, suivi de ACOT ( $2,44 \pm 0,170$  et  $31,57 \pm 2,05$ g). Comparés à AR, les formulations locales ACOP, AM et ACOT ont réduit le coût d'alimentation par unité de gain de poids par des taux respectifs de 63,34%, 65,99% et 70,48%. Les données de cette étude montrent qu'il est possible d'optimiser la production de tilapia à moindre coût en utilisant une formulation à base de sous-produits agricoles locaux.

**Mots-clés :** *Oreochromis niloticus*, sous-produits agricoles, alimentation, croissance, coût-bénéfice.

## Abstract

**Effects of feeding containing coconut oil cake and cottonseeds oil cake on the raceway production performance of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) «Brazil strain»**

Fish feeding is one of the major constraints of tropical fish farming development. The aim of this work is to improve growth and reduce the cost of feeding farmed tilapia. To this end, a study carried out in an experimental farm consisted of evaluating the effects of local foods (ACOT, ACOP, AM) and an imported reference food (KOUDIJS), on the zootechnical performances of *Oreochromis niloticus* and their cost-benefit ratios. The feed formulations were: ACOT (cottonseeds oil cake and soybean oil cake, rice bran and wheat bran), ACOP (coconut oil cake, soybean oil cake, rice bran and wheat bran) and AM (cottonseeds oil cake, coconut oil cake, soybean oil cake, rice bran and wheat bran). Tilapia fry weighing  $1.30 \pm 0.04$  g were fed three times daily at 9 h, 11 h and 13 h during 90 days are distributed in eight raceways, two of which are per feed. The density was 40 fish/m<sup>3</sup>. After 90 days of trial, the best feed conversion ratio and final weight are respectively ( $2.14 \pm 0.20$ ;  $36.61 \pm 3.27$  g) with the diet AR, followed by the diet ACOT ( $2.44 \pm 0.170$  and  $31.57 \pm 2.05$  g). Compared to AR, local formulations ACOP, AM and ACOT reduced the cost of feeding per unit of weight gain by respective rates of 63.34%, 65.99% and 70.48%. The data from this study shows that, it is possible to optimize tilapia production at a lower cost by using an adequate formulation based on local agricultural by-products.

**Keywords:** *Oreochromis niloticus*, agricultural by-products; feeding, growth, cost-benefit.

<sup>1</sup> Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique (LEBA), UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, 02 Bp 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

\*Auteur correspondant, E-mail : youssefdy@gmail.com ; Tel : (+225) 0749949205

## INTRODUCTION

Le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) est la troisième espèce de poisson la plus importante de l'aquaculture mondiale (FAO, 2020 ; Geletu et Zhao, 2023). Selon Blé *et al.* (2008), FAO (2020), Geletu et Zhao (2023), c'est l'une des principales espèces aquacoles de choix pouvant résoudre le problème de la sécurité alimentaire dans les pays en développement. Cependant, les défis liés au développement de *Oreochromis niloticus* en Afrique subsaharienne sont entre autres : (i) la baisse des performances zootechniques des souches locales d'alevins utilisées, (ii) la faible qualité nutritionnelle des aliments locaux, et surtout, (iii) la difficulté d'approvisionnement et le coût élevé des aliments importés performants.

En Côte d'Ivoire, malgré une large distribution des plans d'eau et une importante répartition de l'activité piscicole sur toute

l'étendue du territoire, la production reste faible (environ 4 500 tonnes/an) et ne représente que 2,4 % de la production nationale annuelle (PREPICO, 2019 ; MIRAH, 2022). Selon Brummett *et al.* (2004), Lazard (2009), Lind *et al.* (2012), l'utilisation de la souche de tilapia améliorée, d'aliments industriels et de nouveaux systèmes de production aquacole (bassins) sont les moyens les plus avantageux et les moins coûteux pour accroître l'efficacité de l'aquaculture (FAO, 2018 ; Satia, 2017 ; Ponzoni *et al.*, 2011). Dans l'optique d'améliorer son système de production aquacole, la mise à disposition de 2395 alevins de souche améliorée de *Oreochromis niloticus* en provenance du Brésil a été effectuée en Côte d'Ivoire en 2014 (Kouadio, 2019 ; Zea Biue *et al.*, 2022). De plus, les études réalisées par Zea Biue *et al.* (2022) ont confirmé une meilleure croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* «souche Brésil» par rapport à celle des alevins locaux «souche

Bouaké». Les travaux de Ouattara *et al.* (2021) ont montré un taux optimal d'alimentation des alevins «souche Brésil». Cependant, il faut préciser que l'alimentation représente à elle seule 70 % du coût total de la production piscicole (Webster & Lim, 2002 ; Sidonio *et al.*, 2010 ; Roriz *et al.*, 2017). Ainsi, en raison du coût élevé des aliments industriels, Nguyen *et al.* (2009), Zhao *et al.* (2010), FAO (2014) recommandent l'utilisation des sous-produits oléagineux (tourteaux de coton, de coprah et de soja) et céréaliers (son de riz, de blé et farine basse de riz). Des études antérieures effectuées par Bamba *et al.* (2015), Brou *et al.* (2020), N'zué *et al.* (2022) et Zie *et al.* (2022), ont montré qu'un mélange de plusieurs sous-produits agricoles locaux permet de minimiser les coûts de production, surmonter les contraintes liées aux niveaux élevés de fibres et compenser les carences en certains nutriments, maximisant ainsi les profits.

Ainsi, le présent travail a pour objectif de tester l'efficacité des aliments locaux à moindre coût sur les performances de croissance des alevins d'*O. niloticus* «souche Brésil» en bassin. De façon spécifique, cette étude compare les effets de trois formulations d'aliments contenant des tourteaux de coton et coprah sur les performances de croissance des alevins du tilapia *O. niloticus* élevés en prégrossissement et évalue leur utilisation sur les coûts de production.

**MATERIEL ET METHODES**

**Cadre de l'étude**

La ferme expérimentale de l'Université NANGUI ABROGUA d'Abidjan en Côte d'Ivoire a servi de cadre pour les essais (5°23'30" de latitude Nord et 4°0'56" de longitude Ouest) qui ont été menés dans huit (08) bassins (2,80 x 2,60 x 0,8 m), à raison de 2 bassins par traitement alimentaire (Figure 1), avec un volume d'eau utile de 5 m³. Les bassins, alimentés en eau à partir d'un forage, étaient munis d'un système de renouvellement continu dont le débit minimal maintenu dans chacun des bassins expérimentaux est de 6 L/minute.



**Figure 1** : Photo du dispositif expérimental (8 bassins) à la ferme piscicole de l'Université NANGUI ABROGUA

**Matériel animal**

Il est constitué par des :

- alevins de tilapia *O. niloticus* «souche Brésil» d'un poids moyen initial de 1,30 ±0,04 g.
- géniteurs des alevins expérimentaux d'un poids moyen corporel de 100 ±18 g pour les femelles et 200 ±20 g pour les mâles. Les géniteurs étaient conservés dans des happas faits de nappes de filets moustiquaires de 1 mm de maille de vide de côté installés en étangs.

**Matériel végétal**

Les différentes matières premières utilisées ont été achetées sur le marché local. Il s'agit de ;

- sons de riz et de blé,
- tourteaux de coprah, coton et soja,
- huile végétale, sel de cuisine, farine de coquillage et premix.

**Préparation des aliments expérimentaux**

Les trois formulations d'aliments sont constituées respectivement de :

- tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé, premix (ACOP),
- tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé, premix (ACOT),
- tourteaux de coton, coprah et soja, sons de riz et blé, premix (AM).

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.

Les aliments formulés (ACOP, ACOT et AM) étaient iso protéiques (environ 28% de protéines brutes). Les compositions de base des aliments préparés sont indiquées dans le Tableau I.

**Tableau I** : Composition et proportions d'incorporation des ingrédients (g /100 g) des aliments locaux (ACOT, AM et ACOP) utilisés dans 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	1,50	1,50	1,50
Huile de palme	1	1	1
Huile de soja	0,50	0,50	0,50
Farine de coquillage	1,50	1,50	1,50
*Premix	0,50	0,50	0,50

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 : 800000IU ; 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.

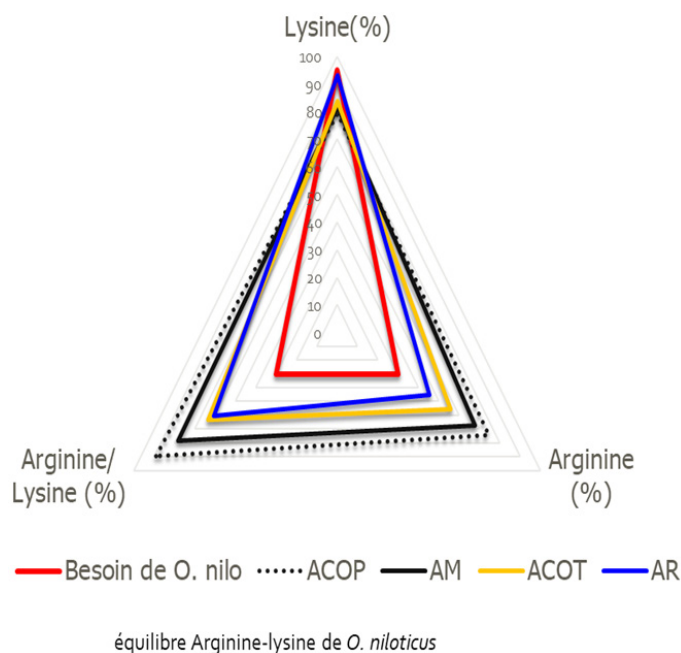
L'aliment industriel de référence (AR : KOUDIJS) importé du Vietnam (Group De Heus) est vendu sur le marché local par « Koudijs Distribution Society (Abidjan, Côte d'Ivoire) »,

titre 30% de protéines. Cet aliment de référence était extrudé contrairement aux aliments locaux formulés qui étaient tous de type pulvérulent.

Les matières premières brutes ont été réduites en poudre à l'aide d'un broyeur à marteau de fabrication locale. Les poudres sont ensuite 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 est réalisé selon la formule alimentaire. Les autres ingrédients : huile végétale, farine de coquillage, sel de cuisine et 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 II. Le ratio Arginine et Lysine de cette composition est présenté sur la figure 2. Les analyses ont été effectuées par « Techna nutrition » de France.

**Tableau II : 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	
<b>Composition en acides aminés essentiels (en % de protéine)</b>					
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



**Figure 2 :** Variation du ratio Arginine/Lysine des régimes expérimentaux en fonction de l'équilibre Arginine/Lysine optimal

### Protocole expérimental

Deux cycles de production de 90 jours chacun ont été réalisés

de février à juillet 2021. Les poissons pesés au moyen d'une balance électronique (de précision : 1g), sont répartis par lots de 50 pour l'empeusement des bassins (densité de stockage appliquée, 40 poissons/m<sup>3</sup>). Deux bassins ont été utilisés par traitement alimentaire. Les poissons ont été nourris à 15 %, 10 % et 5 % de leur poids vif respectivement les premiers, deuxièmes et troisièmes mois d'élevage. Les rations journalières ont été servies à la volée, manuellement en trois repas 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 suivant au prorata de la biomasse totale. A l'issue du 90<sup>ème</sup> jour d'élevage, 50 individus ont été prélevés dans chaque bassin et pesés individuellement (Bamba *et al.*, 2014). 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.

### Détermination de la qualité de l'eau dans les bassins d'expérimentation

Un multi-paramètre portable de (Modèle HANNA Instruments HI 991001 pH & Water Analysis) a été utilisé pour évaluer 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 en cm à l'aide d'un disque de Secchi. Les mesures ont été réalisées deux fois par semaine, entre 6 et 7 h et entre 15 h30 -16 h00 (Zea Biue *et al.*, 2022).

### Détermination du coût (Evaluation économique)

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 a pris en compte 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 formulations des aliments locaux a été basée sur le prix des matières premières pratiqué sur le marché local. 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).

### Paramètres étudiés

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 (Janssen et Carre, 1985).

Les valeurs des énergies métabolisables des quatre régimes expérimentaux ont été calculées à l'aide de l'équation de prédiction suivante (Sibbald, 1980) :

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

Pour chaque type d'aliment, les paramètres de croissance, de production, d'utilisation des aliments ainsi que les coûts financiers utilisés pour la comparaison entre les traitements alimentaires ont été calculés à l'aide des formules mathématiques ci-dessous (Bamba *et al.*, 2014) :

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

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

$$- \text{Taux de survie} : TS (\%) = 100 \times (N_{pf} / N_{pi}) ; \quad (4)$$

$$- \text{Taux de croissance spécifique} : TCS (\%/jour) = 100 \times [\ln (P_{mf}) - \ln (P_{mi})] / dt \quad (5)$$

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

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

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

$$- \text{Taux de réduction du coût des aliments formulés comparé à la Référence} : TRC (\%) =$$

$$100 \times [(y) - (z)] / [(y)] \quad (9)$$

*P<sub>mf</sub>* étant le poids moyen final, *P<sub>mi</sub>* le poids moyen initial, *N<sub>pf</sub>* le nombre de poisson final, *N<sub>pi</sub>* 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.

### Analyses statistiques

Les analyses statistiques des variables mesurées ont été effectuées avec le logiciel SPSS, version « IBM SPSS Statistics 20 ».

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 qui ont été traitées ensuite par l'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA 2) (régimes, bassins) avec la prise en compte des effets des régimes, des structures d'élevage et de l'interaction entre ces deux 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 %.

## RESULTATS

### Qualité de l'eau dans les bassins d'expérimentation

La qualité physico-chimique (température, pH, oxygène dissous et transparence) de l'eau ne constitue pas un facteur limitant pour la pisciculture dans les différents bassins bétonnés. Toutefois, les valeurs moyennes relatives aux paramètres de la qualité de l'eau des bassins d'élevage sont représentées dans le tableau III.

Tableau III : Paramètres de la qualité de l'eau des bassins d'expérimentation

Paramètres	Traitements alimentaires			
	ACOP	ACOT	AM	AR
Oxygène dissous (mg/L)	4,25±0,28 <sup>a</sup>	4,34±0,50 <sup>a</sup>	4,45±0,53 <sup>a</sup>	4,15±0,62 <sup>a</sup>
Température	26,00±0,35 <sup>a</sup>	25,90 ± 0,28 <sup>a</sup>	26,01 ± 0,42 <sup>a</sup>	25,80±0,49 <sup>a</sup>
Transparence (cm)	20,50±0,10 <sup>a</sup>	19,50±0,70 <sup>a</sup>	20,00±1,00 <sup>a</sup>	21,00±0,20 <sup>a</sup>
pH	7,61±0,19 <sup>a</sup>	7,69±0,22 <sup>a</sup>	7,64±0,24 <sup>a</sup>	7,68±0,22 <sup>a</sup>

La température a été relativement élevée et identique dans tous les bassins pendant toute l'expérience. Les valeurs moyennes obtenues ont été comprises entre 25,80 ± 0,49°C et 26,01 ± 0,42°C.

Les valeurs moyennes de l'oxygène dissous ont varié ( $p > 0,05$ ) de 4,45 ± 0,53 mg/L pour les bassins ayant reçu l'aliment AM, suivie de 4,34±0,50 mg/L pour ceux ayant reçu l'aliment ACOT, puis de 4,25±0,28 mg/L pour l'aliment ACOP. Cependant, la valeur moyenne de 4,15 ± 0,62 mg/L relevé au niveau de l'aliment AR a été plus faible que celles observées dans les autres bassins. Les valeurs minimales du taux d'oxygène dissous ont été observées le matin et les maximales dans la soirée.

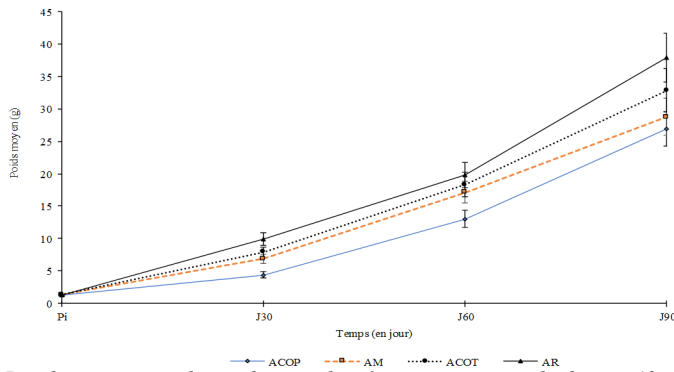
S'agissant du pH, la valeur moyenne la plus élevée de 7,69 ± 0,22 a été obtenue avec ACOT tandis que la plus faible de 7,61 ± 0,19 a été enregistrée avec ACOP. La valeur moyenne de pH de 7,64 ± 0,24 a été obtenue avec l'aliment AM. Cette dernière est supérieure à celle relevée dans les bassins avec l'aliment ACOP mais inférieure à celle relevée avec l'aliment ACOT. Le pH des structures ayant reçu l'aliment AR avait une moyenne de 7,68 ± 0,22. Cette valeur est comparable ( $p > 0,05$ ) aux valeurs moyennes de pH calculées au niveau des autres bassins recevant les aliments ACOP (7,61 ± 0,19), AM (7,64 ± 0,24) et ACOT (7,69 ± 0,22). Concernant la transparence, les valeurs moyennes obtenues ont été comprises entre 19,50±0,70 cm et 21,00 ± 0,20 cm. Dans l'ensemble, les valeurs moyennes des paramètres de la 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.

### Evolution du poids moyen mensuel

L'évolution de la croissance pondérale mensuelle des alevins de *O. niloticus* «souche Brésil» nourris avec ACOP, ACOT, AM et AR pendant 90 jours en bassins d'expérimentation est représentée sur la figure 3. Toutes les courbes de croissance pondérale ont gardé une allure ascendante au cours de l'expérience. En fonction du traitement alimentaire, les poids moyens finaux ont varié significativement ( $p < 0,05$ ) de 26,90 ± 1,90 g à 37,92±3,27 g. A l'issue des 90 jours d'élevage, la courbe relative aux poissons nourris avec l'aliment de référence AR, montre la croissance la plus élevée qui se maintient tout au long de l'expérience. A l'inverse, celle relative aux alevins nourris avec l'aliment ACOP, enregistre la plus faible croissance. Pour ce qui concerne les aliments ACOT et AM, la croissance des alevins est presque identique. Cependant, la croissance pondérale avec ACOT est supérieure à celle de AM ( $p < 0,05$ ). Les résultats indiquent que l'aliment de référence AR induit une croissance plus élevée ( $p < 0,05$ ) que les aliments expérimentaux (ACOT, AM et ACOP).

L'analyse des courbes de cette même figure suggère que le tourteau de coton contenu dans les aliments formulés

ACOT et AM procure aux alevins de tilapia *O. niloticus* une croissance plus élevée ( $p < 0,05$ ) que celles obtenues avec le régime formulé ACOP contenant le tourteau de coprah.



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.

**Figure 3 : Evolution 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**

### 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 90 jours d'alimentation sont présentés dans le tableau IV. 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. A la fin de l'expérimentation, les poids moyens des poissons nourris aux aliments formulés ACOP, AM et ACOT sont compris entre  $26,9 \pm 1,90$ g (ACOP) et  $32,88 \pm 2,05$ g (ACOT) contre  $37,92 \pm 3,27$ g pour les lots de référence. Les croissances journalières correspondantes ont varié de  $0,28 \pm 0,02$  g/j (ACOP) à  $0,35 \pm 0,02$ g/j (ACOT) (*versus*  $0,40 \pm 0,03$  g/j pour AR). La croissance la plus élevée a été obtenue avec l'aliment de référence AR suivi des aliments ACOT et AM contenant le tourteau de coton. Pour ce qui concerne les taux de croissance spécifiques, les valeurs obtenues chez les lots de poissons nourris avec les aliments formulés vont de  $3,36 \pm 0,07$  %/j (ACOP) à  $3,57 \pm 0,07$  %/j (ACOT) contre  $3,73 \pm 0,10$  %/j pour les lots de référence (AR). En d'autres termes, l'aliment AR a procuré aux poissons un meilleur TCS suivi de ACOT et AM. Pour ce qui concerne la transformation des aliments, les indices de conversion alimentaires (IC) calculés sont compris entre  $2,97 \pm 0,21$  (ACOP) et  $2,44 \pm 0,17$  (ACOT) pour les aliments locaux (*versus*  $2,14 \pm 0,20$  pour AR). Ces aliments formulés présentent des coefficients d'efficacité protéique compris entre  $1,20 \pm 0,08$  et  $1,42 \pm 0,09$ , respectivement pour ACOP et ACOT, contre  $1,46 \pm 0,13$  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 respectivement les aliments locaux AM et ACOP contenant le tourteau de coprah. Concernant l'état général des poissons, tout au long de l'expérience, ils n'ont présenté aucun signe pathologique apparent 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 85,5 % ; 86,5 % ; 87,5%, respectivement pour ACOP, AM et ACOT, contre 86,5 % pour la référence (AR). L'analyse statistique montre que la différence entre les taux de survie des différents lots n'est pas significative ( $p > 0,05$ ).

### Paramètres économiques

Les résultats des paramètres de charge financière liée à l'alimentation sont résumés dans le Tableau V. Les coûts de revient d'un kilogramme d'aliment ACOT, AM et ACOP ont été respectivement, de 258,9 ; 259 et 264,1 F CFA contre 1000 F CFA pour la référence (AR). Comparées à cette dernière, ces valeurs observées ont généré conséquemment, des taux de réduction de 73,59 ; 74,10 et 74,11%, respectivement pour ACOP, AM et ACOT. Pour ce qui concerne le coût d'alimentation pour produire un kilogramme de poisson, les valeurs enregistrées ont été de 784,38 ; 727,79 et 631,72 F CFA respectivement pour ACOP, AM et ACOT contre 2140 F CFA pour AR. Comparés à cet aliment de référence (AR) dans le même ordre, les taux de réduction correspondants ont été de 63,34 ; 65,99 et 70,48 %.

**Tableau V : Paramètres économique d'*Oreochromis niloticus* « souche Brésil » nourri avec quatre régimes (ACOP, ACOT, AM et AR) en prégressissement durant 90 jours**

Paramètres	Traitements alimentaires			
	Aliment ACOP	Aliment AM	Aliment ACOT	Aliment AR
Coût de revient de l'aliment (F CFA / kg)	264,10	259,00	258,90	1000
Taux de réduction du coût des aliments locaux par rapport à AR (%)	73,59	74,10	74,11	-
Indice de conversion alimentaire : IC	2,97	2,81	2,44	2,14
Coût d'alimentation pour 1kg de gain de poids (F CFA/ kg gain de poids)	784,38	727,79	631,72	2140
Taux de réduction du coût d'alimentation pour 1 kg de gain de poids par rapport à AR (%)	63,34	65,99	70,48	-

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.

### DISCUSSION

#### Qualité des eaux des bassins d'expérimentation

Dans la présente étude, tous les paramètres de la qualité sont dans la fourchette requise pour l'aquaculture tropicale (pH : 6 à 9, oxygène dissous  $\geq 3$  mg/L et température  $\geq 25^\circ\text{C}$  et

transparence comprise entre 20 et 30 cm) (Sipaúba-Tavares et Santeiro, 2013). Les concentrations d'oxygène dissout ont été plus élevées en fin de journée (16h) par rapport au matin (7h). Cela pourrait s'expliquer par la photosynthèse du phytoplancton, la respiration du plancton et des poissons, la décomposition microbienne des aliments non consommés et des matières fécales (Boyd *et al.*, 2017). Néanmoins, la production de poissons sera plus affectée par la production d'oxygène de la photosynthèse. En effet, les concentrations d'oxygène dissout peuvent chuter de manière drastique la nuit par opposition à la journée où la lumière du soleil favorise la photosynthèse (Boyd *et al.*, 2017). S'agissant des valeurs de température (25,1 - 27 °C), elles sont similaires à celles (24,1 à 28,5 °C) enregistrées dans des études antérieures réalisées sur la souche Brésilienne du tilapia *O. niloticus* (Diabagate *et al.*, 2023). Pour ce qui concerne le pH, les valeurs enregistrées (7,61-7,69) sont dans la gamme de celles (6 et 9) obtenues par Bahnasawy *et al.* (2009) pour une bonne croissance de l'espèce *O. niloticus*. Quant à la transparence, Bhatnagar et Devi (2013) indiquent que les faibles valeurs (16 cm) enregistrées en aquaculture sont la conséquence de l'abondance du phytoplancton dans les étangs due à l'enrichissement de ces milieux en sels nutritifs.

### 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 2) que celles des lots nourris avec l'aliment importé KOUDIJS (référence : AR). De même, au niveau des aliments formulés, les meilleures performances de croissance et d'utilisation des aliments ( $p < 0,05$  ; ANOVA 2) ont été obtenues avec ACOT suivi de AM.

L'écart de performances zootechniques observé entre l'aliment extrudé de référence et les aliments locaux formulés (ACOT, ACOP, AM) non extrudés résulterait des faibles quantités de protéines ingérées par les poissons nourris à ces aliments. Leurs proportions de protéines (28,38 à 28,52%) étaient inférieures à celle de l'aliment de référence (30%). Les résultats de la présente étude sont en adéquation avec ceux obtenus en étang sur *Oreochromis niloticus* (Brou *et al.*, 2020). L'écart de performance observé entre l'aliment AR et ceux formulés pourrait également provenir de l'extrusion. En effet, des travaux de Feng et Lee (2014) ont rapporté que la technique d'extrusion améliore les caractéristiques physiques, 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 celles de la 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 (Brou *et al.*, 2020 ; Hussain *et al.*, 2017).

Pour ce qui concerne les 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 (figure 2). En effet, les besoins alimentaires en Arginine et Lysine du tilapia du Nil sont estimés respectivement à 4,20 % et 5,12 % (NRC,

2011), soit un ratio Arginine/Lysine optimal de 0,82. Ainsi la composition bromatologique, de l'aliment importé (AR) a un ratio Arginine/Lysine de 1,66 plus proche de l'optimal (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 expliquerait la différence observée. Les résultats de la présente étude sont en adéquation avec les observations antérieures indiquées par Khan *et al.* (2020). Selon ces derniers, 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 ralentie. Les données observées confirment celles des travaux réalisés sur *Oreochromis niloticus* (Bamba *et al.*, 2014). 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* (Brou *et al.*, 2020) et la carpe noire *Mylopharyngodon piceus* (Wu *et al.*, 2016). Par ailleurs, certains auteurs (NRC, 2011, Wu *et al.*, 2016 ; Capuano, 2017) ont rapporté que les fortes teneurs des fibres alimentaires réduisent l'efficacité digestive et l'assimilation des nutriments.

Les résultats obtenus pour ACOT, AM et ACOP ont montré que les performances de croissance décroissent avec l'augmentation graduelle des proportions de tourteaux de coprah ou la diminution de celles du tourteau de coton dans les aliments. La différence 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. En effet, certains auteurs révèlent que 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 (Sauvant *et al.*, 2004). 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 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 (2,44 ± 0,17 et 1,42 ± 0,09, respectivement pour IC et CEP) ont été meilleurs que ceux des deux autres aliments. Ces résultats confirment que ACOT est plus digeste et assimilable par les poissons que AM et ACOP dont les valeurs respectives de l'indice de conversion alimentaire et du coefficient d'efficacité protéique sont de 2,81 ± 0,20 et 1,25 ± 0,09 pour AM, puis de 2,97 ± 0,21 et 1,20 ± 0,08 pour ACOP.

Compte tenu de la composition bromatologique des aliments formulés, les teneurs des lipides alimentaires pourraient être aussi à l'origine de l'écart de performance observé entre les aliments (ACOT, AM et ACOP). En effet, elles 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. Les résultats de cette étude corroborent ceux des travaux antérieurs effectués par Li *et al.* (2019). 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* (Ghanawi *et al.*, 2011). Dans l'ensemble, les taux de survie enregistrés varient de 85,5 % à 87,5 %. Ces résultats sont satisfaisants, comparés à ceux obtenus ( $72,8 \pm 3,9$ ) par Ouattara *et al.* (2005), similaire à ceux rapportés ( $85,4 \pm 2$  à  $87,5 \pm 3$ ) par Bamba *et al.* (2018) et inférieurs à ceux obtenus (96,66-100) par Chikou *et al.* (2019) avec *O. niloticus* nourri avec des aliments à base de sous-produits locaux. Les gains moyens de poids des aliments formulés ont varié de 25,60 g (ACOP) à 31,57 g (ACOT) avec des croissances quotidiennes comprises entre 0,28 g/j (ACOP) et 0,35 g/j (ACOT). Ces croissances journalières étaient supérieures à celles des études réalisées en étang (0,15 g/j -0,21 g/j) par Bamba *et al.* (2007).

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 (Rognon, 1993). 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» (Zea Biue *et al.*, 2022). De même, des observations similaires ont été faites chez deux souches distinctes de *O. niloticus* (Nihoreye, 2019). Relativement aux indices de conversion alimentaires (IC), les présents résultats (2,14 à 2,97) sont comparables à ceux (1,02 - 4,58) enregistrés dans des travaux réalisés en bassin bétonné (Chikou *et al.*, 2019).

### 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 des aliments 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 63,34 ; 65,99 et 70,48 %, comparés à la référence AR. Les résultats de ce travail sont en adéquation avec ceux des travaux antérieurs qui ont enregistré des taux de réduction de 19 à 34% (Bamba *et al.*, 2014) et de 13%-21% (Brou *et al.*, 2020). Par rapport à la référence AR, l'aliment ACOT (contenant le tourteau de coton) présente le meilleur ratio qualité/prix et permet de rehausser la croissance des poissons tout en produisant à moindre coût 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.

### Conclusion

La présente étude visait à tester l'efficacité des aliments locaux à moindre coût sur les performances de croissance des alevins d'*O. niloticus* «souche Brésil» en bassin. Les résultats obtenus montrent que les performances de croissance des alevins nourris avec les aliments locaux sont proches de celles des alevins nourris avec l'aliment importé. Les résultats montrent également que l'utilisation du tourteau de coton combiné avec d'autres sous-produits agricoles offre aux alevins de *O. niloticus* de meilleures performances de croissance, comparativement au tourteau de coprah. L'évaluation économique menée a montré une économie d'utilisation des aliments locaux d'environ 63,34 % à 70,48 % en comparaison à l'aliment industriel pour la production d'un kilogramme de poisson. Cette étude montre finalement qu'il est possible d'accroître la productivité aquacole dans les structures hors-sol à moindre coût en valorisant l'utilisation des sous-produits agricoles locaux.

### 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 bibliographiques

- Bahnasawy M. H., El-Ghobashy A. E. and Abdel-Hakim N. F. (2009).** Culture of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in a recirculating water system using different protein levels. *Egypt J. Aquat. Biol. & Fish.*, 13 (2) : 1110 - 1131.
- Bamba Y., Doumbia L., Ouattara A., Da Costa K. S. and Gourène 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.
- Bamba Y., Doumbia L., Ouattara S., Ouattara A., Da Costa K. S. and Gourène G. (2015).** Effet de l'incorporation de sous-produits de cacao et d'arachide dans l'alimentation du tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) élevé en bassin. *Afrique Sciences*, 11 (5) : 172-183.
- Bamba Y., Ouattara N., Ouattara S., Ouattara A. and Gourène 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) : 1368-138
- Bamba Y., Ouattara A. and Gourène G. (2007).** Production d'alevins de tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linné., 1758) nourris avec des sous-produits agricoles, sans adjonction de farine de poisson. *Agronomies Africaines*, 19 (2) : 211-221.

- Bhatnagar A. and Devi P. (2013).** Water quality guidelines for the management of pond fish, culture. *International Journal of Environmental Science*, 3 (6) : 1980-2009.
- Blé M. C., Alla Y. L., Kervarec F. (2008).** Régimes alimentaires de trois principales espèces piscicoles élevées en Côte d'Ivoire. *Fiches Techniques et Documents de Vulgarisation*, 10-14.
- Boyd C. E., Torrans E. L. and Tucker C. S. (2017).** Dissolved Oxygen and Aeration in Ictalurid Catfish Aquaculture. *Journal of the world aquaculture society*, 49: 7-70. Doi: 10.1111/jwas.12469.
- Brou K., N'zue K. R., Oswald M. and Bamba Y. (2020).** 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) : 264-281. <http://www.afriquescience.net/PDF/17/6/19.pdf>
- Brummett R. E., Etaba Angoni D., and Pouomogne V. (2004).** On-farm and on-station comparison of wild and domesticated Cameroonian populations of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 242: 157-164.
- Capuano E., 2017.** The behavior of dietary fiber in the gastrointestinal tract determines its physiological effect. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (16) : 3543-3564.
- Chikou A., Houndonougbo P. K., Adadedjan D., Sodjinou E., Bonou C., Adite A., Laleye P. and Mensah G. A. (2019).** 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*. *Afrique SCIENCE*, 15(1) : 27-36.
- Diabagate Y., Bamba Y., Zie B. and Ouattara A. (2023).** 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. *Afrique SCIENCE*, 22(2) : 1-16
- FAO (2018).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018. Atteindre les objectifs de développement durable, Rome, 254 p. <http://www.fao.org/3/i9540fr/i9540fr.pdf>
- FAO (2014).** Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and challenges. Rome, 223 p.
- FAO (2020).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2020. La durabilité en action. Rome, 247 p.
- Feng Y and 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 (19) :1818-1827.
- Geletu T. T. and Zhao J. (2023).** Genetic resources of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) in its native range and aquaculture. *Hydrobiologia*, 850 : 2425-2445 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10750-022-04989-4>
- Ghanawi J., Roy L., Davis D. A. and Saoud I. P. (2011).** Effects of dietary lipid levels on growth performance of marbled spinefoot rabbitfish *Siganus rivulatus*, *Aquaculture*, 310 : 395-400
- Hussain M. S., Patel B. A., Pathak M., Singh H. and Singh P. M. (2017).** 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) : 1305-1308
- Janssen W. M. M. A. and Carre B. (1985).** Influence of fibre on digestibility of poultry feeds, 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, 2-86
- Khan K. U., Mansano C. F. M., Nascimento T. M. T, Boaratti A. Z., Rodrigues A. T., Queiroz D. M. A. and Fernandes J. B. K. (2020).** 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) : 224-234. <https://doi.org/10.1111/jwas.12600>
- Kouadio N. K. F. (2019).** Coopération Sud-Sud pour le développement agricole : étude prospective de la souche brésilienne de l'*Oreochromis niloticus* dans le développement de la pisciculture ivoirienne. *International Journal of Geography, Geology and Environment*, 1(1) : 48-57
- Lazard J. (2009).** Synthèse pisciculture de quelques espèces. La pisciculture des tilapias. *Cahiers Agricoles*, 18 (2-3) : 174-182.
- Li H., Xu W., Jin J., Zhu X., Yang Y., Han D., Liu H. and Xie S. (2019).** 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) : 1-14
- Lind C. E., Brummett R. E. and Ponzoni R. W. (2012).** Exploitation and conservation of fish genetic resources in Africa: Issues and priorities for aquaculture development and research, *Aquaculture*, 47 : 125-141
- MIRAH (2022).** Politique Nationale de Développement de l'Élevage, de la Pêche et de l'Aquaculture en Côte d'Ivoire (PONADEPA 2022-2026), 178 p
- N'Zue K. R., Bamba Y., Brou K. J-L., Ouattara A., Gourène G. (2022).** Effets de deux aliments locaux extrudés contenant les tourteaux de coton et de coprah sur les performances de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) élevé en étang (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16 (6) : 2771-2784.
- Nguyen T. N., Davis D. A. and Saoud I. P. (2009).** Evaluation of alternative protein sources to replace fishmeal in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis spp.* *Journal of World Aquaculture Society*, 40: 113-121.
- Nihoreye J. F., Utshudienyema N. N., Lufungula G. A. and Di M'balu J. U. (2019).** 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) : 14245-14255.



- NRC (2011).** *Nutrient requirements of fish and shrimp*, Ed. Academic Press, National Washington DC.
- Ouattara I. N., Zea Bi Ue C., Berte S. and Kamagate B. (2021).** Effect of Feeding Rate on Survival, Zootechnical Performance of Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) Brazil Strain Larvae Fed on 17-amethyltestosterone Treated Feed. *European Journal of Biology and Biotechnology*, 2 (5) : 48-52.
- Ouattara N. I., N'Douba V., Koné T., Snoeks J. and Philippart J-C. (2005).** Performances de croissance d'une souche isolée du tilapia estuarien *Sarotherodon melanotheron* (Perciformes, Cichlidae) en bassins en béton, en étangs en terre et en cages flottantes. *Annales de l'Université Marien NGOUABI*, 6 (1) : 113-119.
- Ponzoni R. W., Nguyen N. H., Khaw H. L., Hamzah A., Abu Bakar K. R. and Yee H. Y. (2011).** 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 : 27-41.
- PREPICO (2019).** Rapport final, JICA (Agence Japonaise de Coopération Internationale), MIRAH (Ministère des Ressources Animales et Halieutiques), Abidjan, Côte d'Ivoire, 326 p.
- Rognon X. (1993).** Diversité Génétique et Relation Phylogénétiques chez les Tilapia (Pisces: Cichlidae), Comparaison des Données du polymorphisme Enzymatique et Mitochondrial. Thèse, Université Paris IX, Orsay 176 p.
- Roriz G. D., Delphino M. K. V. C., Gardner I. A. and Gonçalves V. S. P. (2017).** Characterization of tilapia farming in net cages at a tropical reservoir in Brazil. *Aquaculture Reports*, 6 : 43-48. doi:10.1016/j.aqrep.2017.03.002.
- Satia P. B. (2017).** Regional review on status and trends in aquaculture development in subSaharan Africa - 2010. In FAO Fisheries and Aquaculture Circular (Vol. 4, Issue No. 1135/4). Rome, Italy, 29 p
- Sauvant D., Perez J-M. and Tran G. (2004).** Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage, INRA 2è Edition, Paris, 301 p
- Sibbald I. R. (1980).** 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) : 836 - 844
- Sidonio L., Cavalcanti I., Capanema L., Morch R., Magalhães G., Lima J. and Munglioli R. (2010).** Panorama da aquicultura no Brasil: Desafios e oportunidades. *BNDES Setorial*, 35: 421-463.
- Sipaúba-Tavares L. H. and Santeiro R. M. (2013),** Fish farm and water quality management. *Acta Scientiarum*, 35(1) : 21-27.
- Webster C. D. and Lin C. E. (2002).** Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. New York, USA: CABI Publishing, 418 p.
- Wu C., Gao J., Ye J., Yang X. and Zhang Y. (2016).** 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: 435-449
- 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 implantée dans un étang. *Agronomie Africaine*, 34 (2) : 191-1198
- Zhao H., Jiang R., Xue M., Xie S., Wu X. and Guo L. (2010).** Fishmeal can be completely replaced by soy protein concentrate by increasing feeding frequency in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) less than 2 g. *Aquaculture Nutrition*, 16 (6) : 648-653.
- Zie B., Bamba Y., Grogan N., Salla M. and Ouattara A. (2022).** Effets des régimes alimentaires sur les productions associées de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) et du riz wita 9 (*oryza sativa*) en étang. *Science de la vie, de la terre et agronomie, REV. RAMRES*, 10 (2) 6-14.