



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Effets de trois sources alimentaires sur la qualité du milieu et les performances zootechniques du tilapia *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852) en étangs piscicoles (Côte d'Ivoire)

Soumaïla KONATE^{1,2}, Gopéyué Maurice YEO^{1*}, Tra Florent Gouré BI¹,
Nahoua Issa OUATTARA² et Mélécony Célestin BLE¹

¹Département Aquaculture, Laboratoire de Nutrition Aquacole, Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Abidjan, Côte d'Ivoire.

²Unité de Formation et de Recherches (UFR) Biosciences, Laboratoire d'Hydrobiologie et Eco-technologie des Eaux, Université Felix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail : yeo.gopeyue@cro.edu.ci , gopemaur@gmail.com ;

Tel : + 225 07 08 62 57 60

Received: 17-01-2024

Accepted: 29-02-2024

Published: 30-04-2024

RESUME

L'usage d'aliment commercial s'est largement répandu dans les fermes piscicoles ivoiriennes, mais cette alimentation a montré ses limites chez certaines espèces comme le tilapia *Sarotherodon melanotheron*. Ainsi cette étude visait à comparer l'effet d'un aliment commercial et de deux aliments naturels sur la qualité du milieu et les performances de croissance du tilapia *S. melanotheron*. Pour ce faire, le son de riz utilisé comme aliment-fertilisant (source 1) et les périphytons (source 2) produits à partir des tiges de bambous ainsi qu'un aliment commercial (source 3) ont été utilisés pour nourrir des juvéniles de *S. melanotheron* en étangs durant 120 jours. Les résultats ont montré une diminution significative du taux d'oxygène dissous dans les étangs contenant les tiges de bambous (3,36 mg/L) et le son de riz (4,61 mg/L) par rapport aux étangs contenant l'aliment commercial (6,23 mg/L). Au niveau de la croissance, les résultats ont montré une meilleure croissance des poissons nourris avec l'aliment commercial (Gain Moyen Quotidien = 0,71 g/j) par rapport aux poissons soumis au son de riz (GMQ = 0,45 g/j) et aux périphytons (GMQ = 0,38 g/j). En conclusion, on peut estimer que les sources naturelles provoquent une concurrence dans la consommation de l'oxygène du milieu entre les poissons et les matières organiques entraînant ainsi une faible croissance des poissons.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Périphyton, acadjas , *Cichlidae*, source naturelle, bambou.

Effects of three food sources on the quality of environment and zootechnical performance of tilapia *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852) in fish ponds (Côte d'Ivoire)

ABSTRACT

The use of commercial feed has become widespread in Ivorian fish farms, but this feed has shown its limits in a few species such as tilapia *Sarotherodon melanotheron*. This study aimed at comparing the effect of a commercial food and two natural foods on the quality of environment and the growth performance of tilapia

S. melanotheron. Thus, rice bran used as a fertilizer food (source 1) and periphytons (source 2) produced from bamboo stems as well as commercial food (source 3) were used to feed juveniles of *S. melanotheron* in ponds for 120 days. The results showed a significant decrease in dissolved oxygen levels in ponds containing bamboo stems (3.36 mg/L) and rice bran (4.61 mg/L) compared to ponds containing commercial food (6.23 mg/L). In terms of growth, the results showed better growth of fish fed with commercial food (Daily Weight Gain = 0.71 g/d) compared to fish fed rice (DWG = 0.45 g/d) and periphytons (DWG = 0.38 g/d). In conclusion, the natural foods cause competition in the consumption of oxygen in the environment, thus leading to poor fish growth.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Periphyton, acadjas, Cichlidae, natural food, bamboo.

INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, la part de l'aquaculture dans la production halieutique globale est encore marginale et la pêche en eau douce contribue de manière significative aux moyens de subsistance et à la sécurité alimentaire de millions de personnes (Muringai et al., 2022). En Côte d'Ivoire, la production halieutique nationale tourne autour de 116 028 tonnes/an et cette production reste encore faible pour répondre aux besoins de consommation de la population estimés à 618 182 tonnes/an (Yayo N'cho et al., 2020). Pour faire face à cette situation, le gouvernement ivoirien importe 85% de ses besoins en consommation de poissons ; ce qui représente de forte sortie de devises (Yayo N'cho et al., 2020). Face à cette situation, l'aquaculture est devenue une solution envisageable afin de diminuer les importations et de satisfaire les besoins de la population en protéines. Malgré les potentialités hydrographiques (4 principaux fleuves, des cours d'eau méridionaux, un système lagunaire de 1200 Km²) (FAO, 2008) et la faune aquatique renfermant plus de 100 familles de poissons dont le pays dispose, le secteur de la pisciculture n'a pas encore atteint une dimension économique viable. La principale contrainte de cette activité demeure l'indisponibilité et le coût élevé de l'aliment de qualité qui représente environ 50% du coût de production. Ainsi l'utilisation d'aliment commercial à haute valeur nutritionnelle s'est largement développée dans les fermes piscicoles (Koumi et al., 2016) pour une amélioration de la production, mais cette alimentation a montré ses limites (faible croissance, mauvaise digestion des aliments

composés) chez certaines espèces à potentiel aquacole certain entre autres, *Sarotherodon melanotheron* (Legendre et Ecoutin, 1989 ; Fagnon et al., 2013 ; Amoussou et al., 2017). Il ressort de différentes études que l'espèce est caractérisée par sa rusticité, une facilité de manipulation, une reproduction facile, caractérisée par une précocité de la maturité sexuelle, une flexibilité alimentaire et une capacité à s'adapter aux environnements variés tels qu'une capacité de s'adapter à de fortes pollutions, de fortes turbidités, des niveaux d'oxygènes faibles et à de grandes variations de pH et de salinité (Ouattara et al., 2009 ; Amon et al., 2013 ; Arizi et al., 2014 ; Mashai et al., 2016).

En milieux d'élevage, l'espèce tire plutôt profit de l'aliment naturel (phytoplanctons et zooplanctons) généré dans les bassins d'élevage par l'aliment artificiel (Amoussou et al., 2017). Par conséquent l'optimisation de la production de cet aliment naturel semble être une solution d'alimentation de cette espèce en élevage. Par ailleurs quelques techniques aquacoles ont été développé afin d'améliorer le flux de matières au sein de l'écosystème des étangs (fertilisation, implantation de substrat...). Dans le cadre d'optimisation du flux de matière, les travaux de Morissens et al. (1996) ont montré que le son de riz demeure la source la plus utilisée en milieu rural. Une autre technique décrite par Hem et Avit (1994) a montré que l'implantation de bambous "acadjas" dans les étangs permet de mobiliser les ressources minérales dans le milieu. En tenant compte des travaux de ces auteurs, cette étude visait à évaluer influence de trois sources alimentaires sur la qualité du milieu et

la croissance de *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell, 1852) en étangs piscicole.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel biologique et structures expérimentales

L'étude a été réalisée à la Station Expérimentale d'Aquaculture de Layo du Centre de Recherches Océanologiques (CRO) situé dans la ville de Dabou (Côte d'Ivoire). Elle a été menée sur une période de quatre (04) mois (Mai à Août, 2021) avec 180 juvéniles de tilapia *Sarotherodon melanotheron* monosexé (mâle) de poids moyens $37,81 \pm 6,40$ g. Trois (3) étangs de surfaces respectives de 368 m² (E₁), 316 m² (E₂) et 288 m² (E₃) ont été utilisés pour construire des enclos et des hapas (Figure 1).

Enclos

Les enclos sont des enceintes construites avec des piquets de bois enfoncés dans le fond de l'étang. Des filets de mailles mesurant 2 mm de diamètre sont ensuite tendus d'un poteau à l'autre pour former un enclos. Ils sont ancrés dans le fond à environ 20 cm avec des masses et du plomb. Les filets sont faits de toiles moustiquaires de maille 2 mm de diamètre. Trois (03) enclos de 12 m² chacun avec 4 m de long et 3 m de large ont été installés dans l'étang E₁. Après la mise en eau, l'étang E₁ est fertilisé avec le fumier de volaille. En effet une dose de 1500 kg de matière sèche/ha est diluée et déversée devant l'enclos pour la première fertilisation. Les fertilisations suivantes sont faites avec une dose de 500kg/ ha par semaine jusqu'à la fin de l'élevage (FAO, 1989). Trois (03) autres enclos de même dimension ont été installés dans l'étang E₂ avec des tiges de bambous de 1,2 m de long piqués verticalement à l'intérieur. La densité de bambous est de 10 par m² (acadja-enclos).

Hapas

Les hapas sont des sortes d'enclos à la différence que leur base refermée n'est pas en contact avec le fond de l'étang, de sorte que les poissons n'ont pas accès au substrat. Les hapas sont constitués de toiles fines de petites mailles mesurant 2 mm de diamètre. Trois

(03) hapas de dimensions 6 m² avec 3 m de long et 2 m de large ont été réalisés dans l'étang E₃.

Méthodes

Elaboration des Sources Alimentaires

Pour le nourrissage des poissons, trois sources alimentaires ont été mis en place, comme suit (Tableau 1) :

Source Alimentaire 1

Cette source a été utilisée pour nourrir les poissons présents dans les trois enclos sans les tiges bambous dans l'étang E₁. La source alimentaire est fournie par le plancton et le son de riz. Le son de riz est utilisé comme complément alimentaire et fertilisant du milieu afin d'augmenter la production du plancton.

Source Alimentaire 2

Les trois enclos avec les tiges de bambous ont été utilisés pour fournir la ressource alimentaire dans l'étang E₂. La source alimentaire est principalement le périphyton qui colonise la partie immergée des tiges de bambous. Aucun complément alimentaire n'a été ajouté dans ce milieu.

Source Alimentaire 3

La source a été constituée d'aliment commercial sous forme de granulés de 2 mm de diamètre et contenant 35% de protéines.

Déroulement de l'expérience

La densité d'empoisonnement était de 2 poissons/m², ainsi la répartition des poissons était de 24 poissons/enclos et 12 poissons/hapas. L'empoisonnement a été réalisé trois semaines après l'alimentation en eau des étangs de sorte à laisser le périphyton et le phytoplancton coloniser les milieux. Les poissons ont été nourris deux fois (8 h et 16 h) par jour avec le son de riz et l'aliment commercial pour une ration de 5% de la biomasse pendant 120 jours. Les paramètres physico-chimiques ont été mesuré *in situ* avec un multiparamètre et un disque de Secchi. Un échantillon d'eau est prélevé chaque semaine dans les milieux d'élevage pour le dosage des sels nutritifs et de la matière en suspension. Une pêche de contrôle a été menée tous les 15 jours pour déterminer la taille et le poids des poissons.

Paramètres zootechniques

Les paramètres zootechniques suivants ont été déterminés :

- Taux de survie (TS (%)) = [Nombre de poissons vivants/Nombre initial de poissons] x 100 ;
- Gain Moyen Quotidien (GMQ (g/j)) = [Poids final – Poids initial] /durée de l'essai en jours) ;
- Taux de Croissance Spécifique (TCS (%/j)) = [Ln(Poids initiale) – Ln(Poids final)] / durée de l'essai en jours) x 100 ;
- Production (P(kg/ha)) = Biomasse nette/ Superficie) ;
- Rendement (R(kg/ha/an)) = (Biomasse nette x 365) / (Superficie x durée de l'essai en jours).

Relation poids longueur

La relation poids-longueur est un paramètre qui permet de vérifier la croissance de la population de poisson. Elle a été établie en utilisant la formule suivante :

$$Pt = aLt^b ;$$

avec Pt (g): poids total du poisson ; Lt (cm): longueur total du poisson ; a : coefficient de croissance initial ; b : pente de la droite de régression ou coefficient d'allométrie. Les constantes a et b sont déduites après linéarisation de la relation par transformation logarithmique sous la forme : $\log (Pt)= \log (a) + b \log (Lt)$ (Levêque et Paugy, 2006).

- si $b = 3$, la croissance est dite isométrique.
- si $b > 3$, la croissance est dite allométrique positive
- si $b < 3$, la croissance est dite allométrique négative.

Le coefficient de détermination R^2 déduite également de la droite représente l'intensité des relations entre les deux paramètres morphométriques considérés. Il est toujours compris entre -1 et +1 (Randriaharimino, 2014).

Détermination biochimique

Les méthodes standard de l'AOAC (1990) ont été utilisées pour les analyses de protéines, lipides et les fibres. Les protéines brutes (% N x 6,25) ont été dosées par la méthode de Kjeldahl, les lipides avec de l'hexane à chaud au soxhlet, Les cendres par incinération des échantillons au four à moufle à 550°C pendant 24 heures.

Analyse statistique

Les données ont été exprimées en moyenne \pm écart type. Elles ont été analysées par ANOVA à un facteur. Les comparaisons multiples des moyennes entre les différentes sources deux à deux et comparer le coefficient d'allométrie b à la valeur théorique 3 ont été effectuées avec le test t de Student. Les analyses ont été considérées significatives à $p < 0,05$. Le logiciel Statistica 7.1 a été utilisé pour toutes les analyses statistiques.

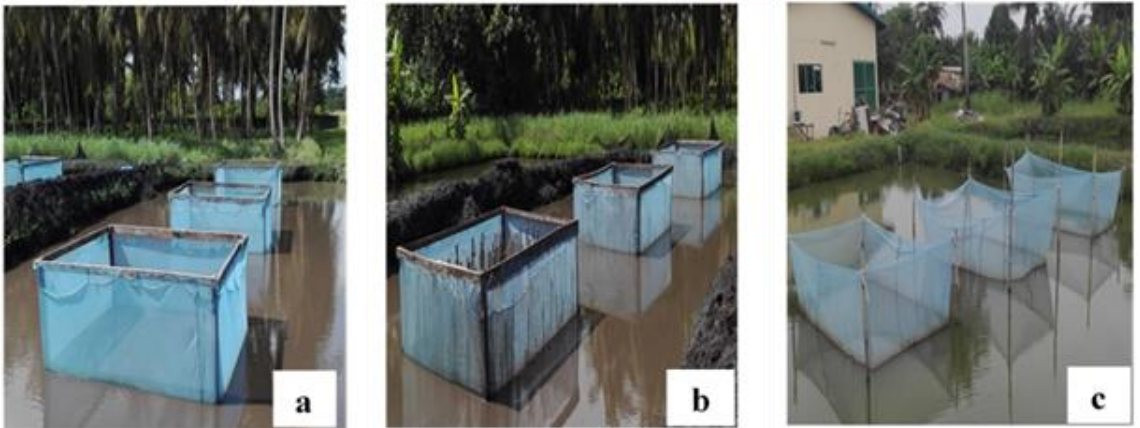


Figure 1 : Structures expérimentales (a = enclos simples ; b = acadja-enclos ; c = hapas).

Tableau 1 : Composition des sources alimentaires disponibles dans les trois milieux.

Composition	Source alimentaire 1			Source alimentaire 2			Source alimentaire 3
	Son de riz	MES	Sédiment	Périphyton	MES	Sédiment	Aliment commercial
Protéine (% MS)	12,39	27,61	4,66	39,71	23,13	9,98	35
Lipides (% MS)	1,3	2,12	1,88	5,83	3,3	1,45	5
Fibres (% MS)	2,61	12,11	1,68	3,65	8,14	0,8	6
Cendre (% MS)	14,20	38	81,7	33,31	23,24	85,12	12

MS : Matière sèche ; MES : Matière en suspension

RESULTATS

Caractéristiques physico-chimiques des milieux d'élevage

Les données relatives aux paramètres physico-chimiques de l'eau des étangs sont indiquées dans le Tableau 2. Les données ont varié de 28,99 à 29,87°C pour la température, de 6,21 à 6,39 pour le pH, de 3,36 à 6,23 mg/L pour l'oxygène dissous et de 0,096 à 0,098 ppm pour la salinité. Aucune différence significative, n'a été constatée pour les paramètres tels que la température, le pH et la salinité entre les trois étangs utilisés. L'oxygène dissout était plus élevé dans l'étang contenant l'aliment commercial (Source alimentaire 3) avec 6,63 mg/L et la valeur la plus faible a été enregistrée dans l'étang contenant les périphytons (Source alimentaire 2) avec 2,86 mg/L ($p < 0,05$).

Caractéristiques en sels nutritifs des milieux

Le Tableau 3 présente les teneurs en sels nutritifs et en matière en suspension dans les différents enclos et hapas utilisés au cours de l'expérience. Les teneurs ont oscillé respectivement de 0,01 à 0,02 mg/L pour le nitrite, de 1,12 à 2,24 mg/L pour le nitrate, de 0,07 à 0,17 mg/L pour l'ammonium, de 0,34 à 0,47 mg/L pour l'orthophosphate et de 54,67 à 88,66 mg/L pour la matière en suspension. L'analyse statistique a montré que les sources alimentaires n'ont pas affectés significativement les teneurs en nitrite, en nitrate, en ammonium, en orthophosphate et en matière en suspension ($p > 0,05$).

Paramètres zootechniques des juvéniles et d'utilisation alimentaire des sources alimentaires

Les résultats relatifs aux différents Gain Moyen Quotidien (GMQ), Taux de Croissance Spécifique (TCS), au Taux de Survie (TS), à la Production (P) et au rendement (R) sont consignés dans le Tableau 4. Les différents paramètres déterminés étaient significativement élevés chez les poissons nourris avec l'aliment commercial ($p < 0,05$), excepté les taux de survie qui ne présentent pas de différence significative entre différentes sources alimentaires.

L'évolution du poids des juvéniles de *Sarotherodon melanotheron* au cours de l'expérience est indiquée dans la Figure 2. Les trois courbes montrent les performances de croissance des juvéniles s'alimentant avec les trois sources alimentaires. On constate une évolution similaire des trois courbes durant les 30 premiers jours d'élevage avant qu'une différence soit observée.

Relation Poids-Longueur des poissons des différents étangs

La Figure 3 illustre la courbe de corrélation, le coefficient d'allométrie et le coefficient de détermination R^2 des poissons de chaque étang. Le coefficient de détermination R^2 le plus élevé a été observé chez les poissons nourris à l'aliment commercial et chez ceux nourris au son de riz en étang fertilisé alors que le plus faible est relevé chez les poissons de l'acajou-enclos. Concernant les coefficients d'allométrie, Seuls les poissons nourris à l'aliment commercial ont une croissance allométrique positive avec $b = 3,06$ ($p < 0,05$), alors qu'on relève une croissance allométrique négative chez les poissons des autres sources alimentaires.

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques de l'eau dans les étangs d'élevage durant les 120 jours d'expérience.

Paramètres	Source alimentaire 1	Source alimentaire 2	Source alimentaire 3
Température (°C)	29,15 ± 1,05 ^a	28,99 ± 1,62 ^a	29,87 ± 0,84 ^a
pH	6,28 ± 0,31 ^a	6,39 ± 0,31 ^a	6,21 ± 0,29 ^a
Oxygène dissout (mg/L)	4,61 ± 0,55 ^b	2,86 ± 0,44 ^a	6,63 ± 1,57 ^c
Salinité (ppt)	0,10 ± 0,00 ^a	0,10 ± 0,00 ^a	0,009 ± 0,01 ^a
Transparence (m)	0,39 ± 0,24 ^a	0,52 ± 0,29 ^a	0,50 ± 0,23 ^a

Les valeurs sont exprimées en moyenne ± écart type, les valeurs portant les mêmes lettres alphabétiques sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de $\alpha = 0,05$.

Tableau 3 : Teneurs en sels nutritifs de l'eau dans les étangs d'élevage durant l'expérience.

Sels nutritifs	Source alimentaire 1	Source alimentaire 2	Source alimentaire 3
Nitrite NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,02 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,012 ^a	0,01 ± 0,01 ^a
Nitrate NO ₃ ⁻ (mg/L)	1,12 ± 1,01 ^a	1,12 ± 1,01 ^a	2,24 ± 3,12 ^a
Ammonium NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,17 ± 0,11 ^a	0,17 ± 0,11 ^a	0,07 ± 0,06 ^a
Orthophosphate PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0,34 ± 0,18 ^a	0,34 ± 0,18 ^a	0,47 ± 0,18 ^a
MES (mg/L)	88,66 ± 54,4 ^a	54,67 ± 14,64 ^a	54 ± 16,56 ^a

MES : matière en suspension. Les valeurs sont exprimées en moyenne ± écart type, les valeurs portant les mêmes lettres alphabétiques sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de $\alpha = 0,05$.

Tableau 4 : Paramètres zootechniques observés chez les spécimens de *Sarotherodon melanotheron* au de l'expérience.

Paramètres	Source alimentaire 1	Source alimentaire 2	Source alimentaire 3
P _i (g)	37,92 ± 5,55	37,77 ± 2,61	37,82 ± 4,75
P _f (g)	92,10 ± 7,30 ^b	83,05 ± 7,93 ^a	123,19 ± 9,36 ^c
GMQ (g/j)	0,45 ± 0,07 ^b	0,38 ± 0,05 ^a	0,71 ± 0,11 ^c
TCS (%/j)	0,75 ± 0,08 ^b	0,66 ± 0,06 ^a	0,99 ± 0,009 ^c
TS (%)	99,98 ± 8,02 ^a	99,96 ± 0,03 ^a	100 ± 0,00 ^a
P (kg/ha)	987,15 ± 162,99 ^b	752,46 ± 113,76 ^a	1707,63 ± 267,64 ^c
R (kg/ha/an)	2961,44 ± 488,97 ^b	2257 ± 341,27 ^a	5122,89 ± 802,91 ^c

P_i : poids initial, P_f : poids final, GP : gain de poids, GMQ : gain moyen quotidien, TCS : taux de croissance spécifique, TS : taux de survie, R : rendement, P : production. Les moyennes portant la même lettre alphabétique (a, b, c) dans la même ligne sont statistiquement identiques.

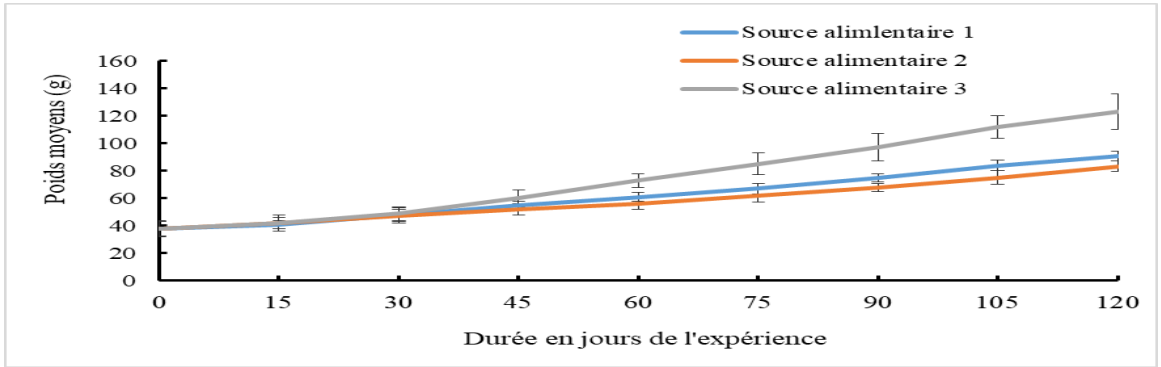


Figure 2 : Evolution de la croissance en fonction de la durée de l'expérience des juvéniles de *Sarotherodon melanotheron* nourris avec les trois sources alimentaires.

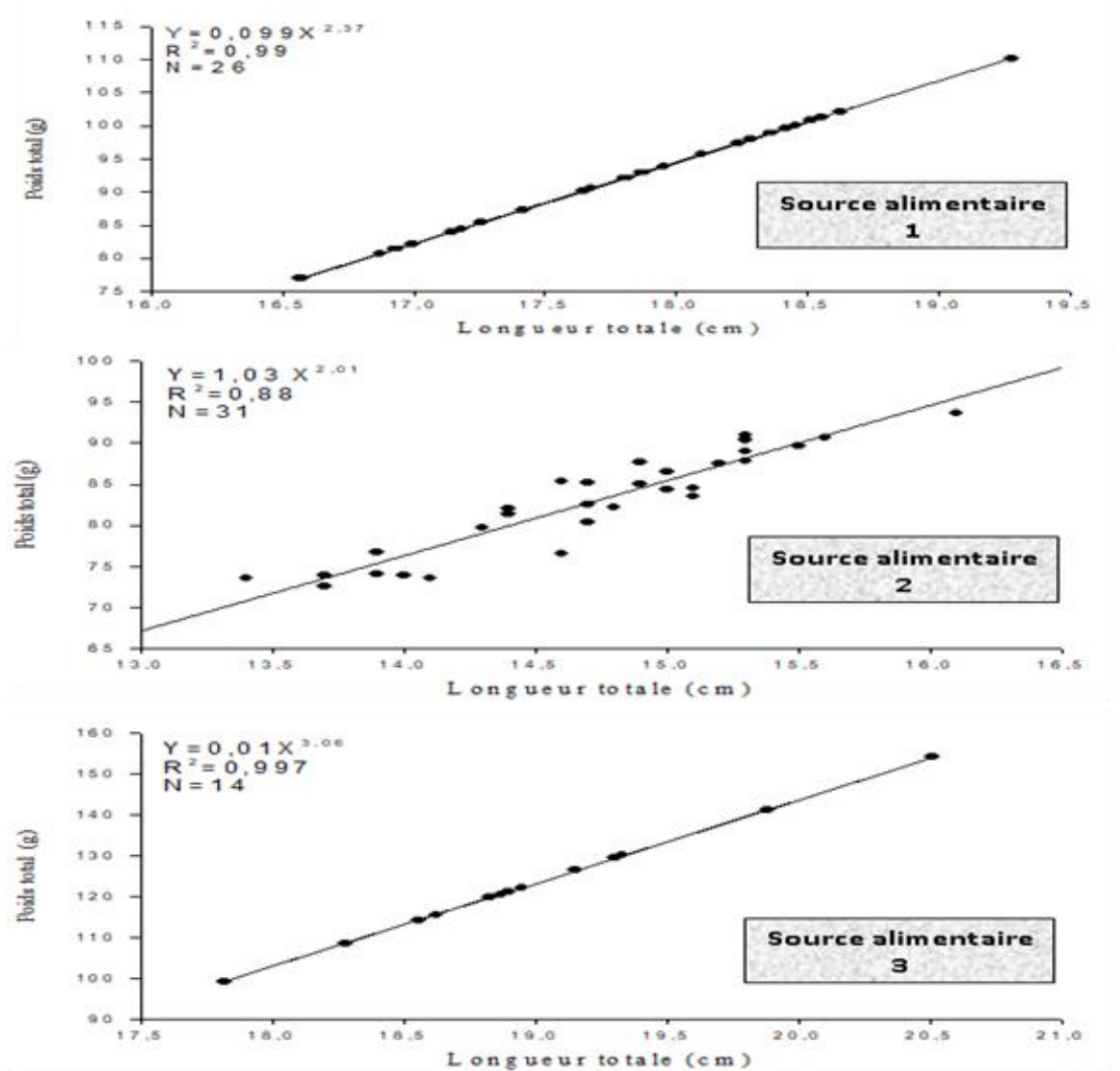


Figure 3 : Relation longueur-poids des spécimens *Sarotherodon melanotheron* nourris dans différentes conditions trophiques.

DISCUSSION

Les paramètres physico-chimiques tels que la température (29°C), pH (6,28), la salinité (0,097) et la transparence (0,47) ne présentent pas de différence dans les différents systèmes d'élevage. Ils sont dans la gamme des valeurs recommandées pour l'élevage de *Sarotherodon melanotheron* (Amoussou et al., 2016). Par contre les valeurs d'oxygène dissous ont varié en fonction des sources alimentaires, ainsi la forte valeur a été enregistrée dans les hapas contenant la source alimentaire 3 (aliment commercial) avec 6,23 mg/L. Cette valeur a diminué considérablement dans les enclos fertilisés suivi d'apport de son de riz (source alimentaire 1) avec 4,61 mg/L et dans les enclos contenant les tiges de bambous (source alimentaire 2) avec 3,36 mg/L, même si ces valeurs restent supérieures au seuil critique qui est de 2,3 mg/L (Ross, 2000). La chute de l'oxygène dissous dans les enclos fertilisés pouvait s'expliquer par l'excès de fertilisants (son de riz) qui aurait entraîné une consommation accrue de l'oxygène à cause de la charge excessive de matière organique. Au niveau des enclos contenant les tiges de bambous, la baisse s'expliquerait par une forte consommation de l'oxygène dissous pendant la nuit par la biomasse végétale précisément les tiges de bambous par le phénomène de la respiration (Fernando, 1993). Le pourrissement des tiges de bambous génère une charge organique importante réduisant fortement la disponibilité de l'oxygène dissous (Arrignon, 2002 ; Konan et al., 2013).

Au cours de l'expérience, aucune différence significative n'a été constatée au niveau des sels nutritifs et de la matière en suspension entre les différents milieux d'élevage. Les teneurs en nitrites (1,12 – 2 mg/L), en nitrates (0,01 – 0,019 mg/L), en ammonium (0,064 – 0,17 mg/L) et en orthophosphates (0,34 – 0,47 mg/L) étaient en deçà des valeurs critiques pour l'élevage de *S. melanotheron* (Coriveau, 2009 ; Viennot et al., 2008) qui sont de 20 mg/L pour le nitrate et de 1 mg/L pour l'ammonium. Quant à la quantité de matière en suspension, son taux élevé dans les enclos fertilisés pourrait

s'expliquer par l'excès de son de riz (fertilisants) dans le milieu comme décrit précédemment. Ainsi la bonne qualité du milieu pourrait expliquer les taux de survie élevés (99,96 à 100%) au cours de cette étude.

Les courbes de croissance des poissons nourris avec les trois sources alimentaires ont montré une évolution similaire des poissons durant les 30 premiers jours. Cette similarité s'expliquerait par l'adaptation des poissons aux différentes sources alimentaires disponibles. Après cette période, la croissance présente une différence significative entre les trois sources alimentaires. Elle est plus élevée chez les poissons nourris avec l'aliment commercial (source alimentaire 3) avec un GMQ de 0,71 g/j, suivi de la source à basse de son de riz (source alimentaire 1) avec 0,48 g/j et enfin la source à basse de périphytons (source alimentaire 2) avec 0,38 g/j. Cette différence de croissance pourrait être liée à la composition des éléments nutritifs disponibles dans les milieux d'élevage. En effet l'aliment commercial contient 35% de protéines et 5% de lipides, qui sont des nutriments essentiels dans la croissance des poissons (Médale et Kaushik, 2008 ; Le Gouvello et François, 2017). Pour des juvéniles de *S. melanotheron* de 35 g, la teneur en protéines conseillée est de 25 à 35% et celle des lipides de 5 % (Buret et al., 2014). Malgré, la teneur en protéines supérieures à 35 % de certains éléments des sources 1 et 2, la croissance reste faible par rapport à l'aliment commercial. Azaza et al. (2006) avait mentionné que la croissance dépend également de la capacité de l'aliment à être digéré et absorbé à travers la muqueuse intestinale. Au cours de notre suivi la présence des algues envahisseuses *Azolla pinnata* à la surface des eaux des étangs 1 et 2, dans la cavité buccale des poissons avait été observée. L'espèce pourrait avoir une appétence pour ce macrophytes dont la faible digestibilité voire la faible digestibilité a été démontré par Dahouda et al. (2009). Selon l'auteur cela pourrait être lié à la quantité de fibres contenue dans ce macrophytes. Les fibres se lient aux nutriments et réduisent l'efficacité digestive des enzymes et le coefficient d'utilisation digestive des nutriments (Richter

et al., 2004 ; Krogdahl et al., 2010). Notre étude a révélé une proportion importante de fibres dans la matière en suspension ce qui aurait affecté négativement les performances de croissance des poissons nourris avec les sources 1 et 2.

Cette différence de croissance observée serait aussi en rapport avec la différence du taux d'oxygène observée d'un étang à un autre. Yakubu et al. (2016) estiment que la croissance des poissons dépendait également des facteurs environnementaux, et que toute variation d'une caractéristique environnementale peut entraîner une différence de croissance. Des faibles taux d'oxygène ont été par moment observés très tôt le matin dans l'étang fertilisé et surtout dans le système acadja, amenant les poissons à piper l'oxygène à l'interface air-eau. Dans de pareilles situations, les fonctions métaboliques sont perturbées. S'il y a généralement une bonne régulation jusqu'au seuil critique (extrêmement fluctuant) c'est au prix d'une dépense énergétique supplémentaire, et donc aux dépens de la croissance des spécimens. Les faibles teneurs d'oxygène peuvent encore réduire la prise de nourriture donc le taux de transformation alimentaire (Blé et al., 2007).

Le coefficient de détermination R^2 est de 0,99 chez les poissons nourris à l'aliment commercial et ceux du système fertilisé avec le son de riz. Par contre, il est à 0,88 chez les poissons de l'acadja-enclos. Ces coefficients restent liés aux facteurs de conditions dont les plus élevés ont été obtenus avec l'aliment commercial. Une allométrie négative est enregistrée avec le son de riz (2,37) et les bambous (2,01) contrairement à l'aliment commercial qui présente une allométrie positive (3,06). Des cas d'allométrie négative ont déjà été relevés en pisciculture ($b = 2,7$) et en rizipisciculture ($b = 2,8$) par Avit et al. (2014) chez le tilapia *Oreochromis niloticus*. Cependant chez *Sarotherodon galilaeus*, Da et al. (2018) ont rapporté des cas de croissance d'allométrie positive (3,08) chez *Sarotherodon galilaeus* dans le réservoir de Kompienga au Burkina Faso. Cette allométrie chez les poissons nourris avec la source

alimentaire 3 serait liée à une disponibilité de la nourriture offerte par l'aliment commercial.

Conclusion

Cette étude montre une variation significative de la qualité du milieu d'élevage et de la croissance des poissons en fonction de la source alimentaire utilisée. La disponibilité de l'oxygène du milieu pour les poissons est meilleure dans l'alimentation artificielle, entraînant ainsi une meilleure croissance chez les poissons soumis à l'aliment commercial. Le taux d'oxygène dissous du milieu semble être le paramètre déterminant dans cette étude, compte tenu de la qualité nutritionnelle des matières en suspension et des périphytons produits par les sources alimentaires 1 et 2. Mais il est important de noter que système acadja-enclos et le système fertilisé associé au son de riz nécessitent moins d'investissement financier que l'élevage avec l'aliment commercial.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Conception du protocole de recherche : MCB, NIO ; Collecte et analyse des données : SK, GMY ; Supervision des activités et correction de l'article : GMY, TFGB.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé à la station expérimentale d'Aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO) d'Abidjan. Les auteurs tiennent à remercier le directeur du centre pour les installations et la logistique mis à leur disposition afin de mener à bien cette étude.

REFERENCES

- Amon YN, Yao K, Atse BC, Ouattara M. 2013. Survie et croissance des juvéniles hybrides issus du croisement inter générique *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852) en milieu

- lagunaire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(3): 1069-1077. DOI: 10.4314/ijbcs.v7i3.14.
- Amoussou TO, Toguyeni A, Imorou Toko I, Chikou A, Bravo M, Karim IYA. 2017. Evaluation of zootechnical and reproductive parameters of wild populations of *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 of Southern Benin raised in captivity. *Int. J. Fish. Aquac.*, **9**(1): 1-13. DOI:10.5897/IJFA2016.0594.
- Amoussou TO, Toguyeni A, Imorou Toko I, Chikou A, Karim IYA. 2016. Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(4): 1869-1887. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i4.35>.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15th Edn). AOAC: Washington, D.C., USA; p. 1230.
- AOAC. 2003. *Official Methods of Analysis, Metals and others elements*. Association of Official Analytical Chemists: Arlington, Virginia, USA; 476-484.
- Arizi EK, Obodai EA, Aggey-Fynn J. 2014. Reproductive biology of *Sarotherodon melanotheron* in the Dominli Lagoon, Ghana. *Int. J. Ecol. Environ. Sci.*, **40**(4): 245–253.
- Arrignon J. 2002. *L'aquaculture de A à Z*. Arrignon J. (coordonnateur). Collection Aquaculture-pisciculture, Tee & Doc, Lavoisier : Paris ; p. 439.
- Avit JB, Bony YK, Konan FK, Kouassi CN, Traoré S, Yté WA. 2014. Paramètres environnementaux du grossissement de *Oreochromis niloticus* (Linne, 1758) (cichlidae, perciformes) en association avec le riz Djoukèmin (*Oryza sativa*) en étang. *Livest. Res. Rural. Dev.*, **26**(7) :1-12.
- Bamba Y, Ouattara S, Ouattara N, Doumbia L, Ouattara A, Da Costa KS, Gourene G. 2017. Incorporation du coprah et des cuticules de cacao et d'arachide dans l'aliment du tilapia du nil (*Oreochromis niloticus*, Linné, 1758) élevé en étang : effet sur la croissance et la composition biochimique. *Agron. Afr.*, **29**(2): 121 – 134.
- Blé MC, Arfi R, Yeboua AF, Diopoh KJ. 2007. Qualité nutritive de l'alimentation naturelle du Tilapia *Oreochromis niloticus* en élevage extensif dans des étangs de barrage (Côte d'Ivoire). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **385** : 01-16. DOI: <https://doi.org/10.1051/kmae:2007001>.
- Corriveau J. 2008. Étude des concentrations toxiques de nitrite dans les cours d'eau d'un bassin versant agricole. Thèse de doctorat (option : sciences de l'eau) de l'Université du Québec, Québec, p. 115.
- Da N, Ouédraogo R, Ouéda A. 2018. Relation poids-longueur et facteur de condition de *Clarias anguillaris* et *Sarotherodon galilaeus* pêchées dans le lac Bam et le réservoir de la Kompienga au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(4): 1601-1610. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.8>.
- Dahouda M, Toléba SS, Senou M, Youssao AKI, Hambuckers A, Hornick JL. 2009. Les ressources alimentaires non-conventionnelles utilisables pour la production aviaire en Afrique : valeurs nutritionnelles et contraintes. *Ann. Méd. Vét.*, **153** : 5-21. http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2009_153_1_01.pdf.
- Fagnon MS, Chikou A, Youssao I, Laleye P. 2013. Caractérisation morphologique des populations de *Sarotherodon melanotheron* (Pisces, Cichlidae) en eaux douces et saumâtres au Sud Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(2): 619-630. 10.4314/ijbcs.v7i2.18.

- FAO. 1989. Aquaculture production (1984-1986). FAO Fisheries Circular, 815, FIDI/C815, Rome, Italie, p. 106.
- FAO. 2008. Profil de la pêche et de l'aquaculture par pays, la république de Côte d'Ivoire. FAO, Rome (Italie), p. 43.
- Fernando CH. 1993. Rice field ecology and fish culture. *Hydrobiologia*, **259**: 91-113.
- Hem S, Avit JB. 1994. First results on "Acadja-enclos" as an extensive aquaculture system (West Africa). *Bull. Mar. Sci.*, **55**: 1038-1049.
- Konan KS, Kouassi LK, Konan KF, Kouamé KI, Aka K, Gnakri D. 2013. Evaluation des charges solides et caractérisation hydrochimique des eaux du lac du barrage hydroélectrique d'Ayamé 1 (Côte d'Ivoire). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, **35** : 17–25.
- Koumi AR, Kimou BN, Ouattara IN, Koffi KM, Atsé BC, Kouamé LP. 2016. Les aliments utilisés en pisciculture semi intensive en Côte d'Ivoire et leur productivité. *Tropicultura*, **34**(3): 286-299.
- Krogdahl A, Penn M, Thorsen J, Refstie S, Bakke AM. 2010. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses in salmonids. *Aquac Res.*, **41**: 333-344. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02426.x.
- Le Gouvello R, François S. 2017. Durabilité des aliments pour le poisson en aquaculture : Réflexions et recommandations sur les aspects technologiques, économiques, sociaux et environnementaux. Gland, Suisse : UICN, et Paris, France : Comité français de l'UICN, p. 296.
- Lévêque C, Paugy, D. 2006. Les poissons des eaux continentales africaines : diversité, écologie, utilisation par l'homme. Mémoire IRD, 2, La Fayette, Paris (France), p. 564.
- Mashai N, Rajabipour F, Mohammadi M, Sarsangi H, Bitaraf A, Hossein-Zadeh H, Sharif-Rohani M. 2016. Reproduction of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* in Brackish Water. *J. Appl. Aquac.*, **28**(1) : 1–8.
DOI: 10.1080/10454438.2015.1104943
- Médale F, Kaushik S. 2008. Evolution des recherches en nutrition piscicole à l'INRA : substitution des produits d'origine marine dans l'alimentation des poissons d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, **21**(1): 87-94. DOI: <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2008.21.1.3379>.
- Morissens P, Oswald M, Sanchez F, Hem S, 1996. Approche de nouveaux modèles d'exploitation piscicole adaptés au contexte rural ivoirien, p. 130-141. In : Le Troisième Symposium International sur le Tilapia en Aquaculture, Pullin RSV, Lazard J, Legendre M, Amon Kothias JB, Pauly D (éds). ICLARM Conf. Proc., 41: 630.
- Muringai RT, Mafongoya P, Lottering RT. 2022. Sub-Saharan Africa Freshwater Fisheries under Climate Change: A Review of Impacts, Adaptation, and Mitigation Measures. *Fishes*, **7**(3) : 131. DOI: <https://doi.org/10.3390/fishes7030131>.
- Ntumba NT. 2018. Contribution à la promotion de la pisciculture intégrée de tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) par la valorisation des sous-produits agro-industriels et l'utilisation rationnelle des fertilisants animaux en République Démocratique du Congo. Thèse de doctorat (option : Sciences Animales), de l'Université à l'Université Laval, Québec, p.184.
- Ouattara NI, Alexandru I, Mester EL. 2009. Age et croissance de deux espèces de cichlidae (poissons) : *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell,

- 1852 du lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'ouest). *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle Grigore Antipa*, **52**: 313-24. <https://www.researchgate.net/publication/242520866>
- Randriaharimino F. 2014. Les poissons d'accompagnement de la pêche crevettière de la côte ouest de Madagascar destinée à la consommation : cas d'« *Otolithes argenteus* » dans la ville d'Antananarivo. Mémoire de du diplôme d'ingénieur (option : agronomie) de l'école supérieure des sciences agronomiques de l'Université d'Antananarivo. p. 96.
- 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, Phillipines. ICLARM Conference Proceedings, 6 : 347-362.
- Robinson HE, Menghe HL, Hogue CD. 2006. Nutrient Requirements. In: Catfish Nutrition. Mississippi State University Extension service, p. 4.
- Ross LG. 2000. Environmental physiology and energetics. In *Tilapias: Biology and Exploitation*, Beveridge MCM, McAndrew BJ (eds). Springer Netherlands (Fish and Fisheries Series): Netherlands; 89–128.
- Viennot P, Ledoux E, Monget JM., Schott C, Garnier C, Beaudoin N. 2008. La pollution du bassin de la Seine par les nitrates. Rapport PIRE N-Seine, France, p. 43.
- Yakubu YI, Oluranti BN, Ewutanure J, Rilwan U. 2016. Food Habit and Growth Pattern of *Oreochromis niloticus* in Wase Dam, Nigeria. *Nat. Sci.*, **14** (12) : 46-49. DOI :10.7537/marsnsj141216.08.
- Yayo N'cho AJ, Aka KS, Tano K. 2020. Faible niveau de production halieutique nationale face à la demande croissante de la population en Côte d'Ivoire. Fiche Technique et Document de Vulgarisation, 1: 24-29.