

INFLUENCE DE L'ORIGINE BOTANIQUE DES SOURCES GLUCIDIQUES SUR LA CROISSANCE, L'UTILISATION DES ALIMENTS ET LA SANTÉ DU TILAPIA *OREOCHROMIS NILOTICUS*, LINNE 1758 EN CIRCUIT SEMI-OUVERT

Gopéyué Maurice YEO^{1*}, Paul Simplicie DJEKE¹,
Assoi Olivier ETCHIAN² et Mélécony Célestin BLE¹

¹ Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Département Aquaculture,
Laboratoire de Nutrition Aquacole, BPV 18 Abidjan, Côte d'Ivoire

² Université NANGUI ABROGOUA, UFR des Sciences de la Nature,
Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, 02 BP 801 Abidjan 02,
Côte d'Ivoire

(reçu le 24 Octobre 2024; accepté le 11 Décembre 2024)

* Correspondance, e-mail : yeo.gopeyue@cro.edu.ci

RÉSUMÉ

L'utilisation de sources glucidiques dans l'alimentation des poissons est reconnue pour son apport énergétique, le choix de la source reste fonction de la disponibilité et non de son apport nutritionnel. Ainsi l'objectif de cette étude était de déterminer l'apport nutritionnel de différentes sources de glucides dans l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus*. Pour ce faire, quatre aliments isoprotéiques (28 %) ont été formulés à base de maïs, de manioc, de haricot et de banane verte, puis soumis à des juvéniles ($23,83 \pm 5,13$ g) dans des aquariums pendant une période de 49 jours. Les résultats ont montré une meilleure croissance des poissons nourris avec les aliments à base de haricot (0,45 g/j) et de maïs (0,44 g/j) par rapport à ceux soumis aux aliments à base de banane verte (0,31 g/j) et de manioc (0,31 g/j). Par contre, aucune différence significative n'est observée au niveau des performances zootechniques des poissons soumis aux régimes à base de haricot et de maïs. Au niveau de la chair des poissons, les poissons nourris avec les aliments à base de haricot et de maïs ont les teneurs les plus élevées en protéines (15,15 et 14,81 % de matière fraîche). On peut estimer que l'origine de la source glucidique a une influence sur son apport nutritionnel et que les aliments à base de haricot et maïs permettent une meilleure croissance des poissons.

Mots-clés : *Oreochromis niloticus*, croissance, amidon, isoprotéiques, indice de santé.

ABSTRACT

Influence of the botanical origin of carbohydrate sources on growth, feed utilization and health of tilapia *Oreochromis niloticus*, Linne 1758 in a semi-open circuit

The use of carbohydrate sources in fish diets is recognized for its energy content, the choice of the source depends on availability rather than nutritional value. Thus the aim of this study was to determine the nutritional contribution of different carbohydrate sources in the diet of the tilapia *Oreochromis niloticus*. Four isoprotein feed (28 %) were formulated based on maize, cassava, beans and green banana, and fed juveniles (23.83 ± 5.13 g) in aquariums for a period of 49 days. The results showed better growth of fish fed with the diets based bean (0.45 g/d) and maize (0.44 g/d) compared to those fed with the diets based green banana (0.31 g/d) and cassava (0.31 g/d). No significant differences were observed in the zootechnical performances of fish fed with the diets based bean and maize. Fish fed with the diets based bean and maize had the highest protein contents (15.15 and 14.81 % fresh matter). It can be estimated that the origin of the carbohydrate source has an influence on its nutritional contribution, bean and maize diets allow better growth of fish.

Keywords : *Oreochromis niloticus*, growth, starch, isoproteins, health index.

I - INTRODUCTION

Les poissons catabolisent préférentiellement les protéines et les lipides pour couvrir les besoins énergétiques en raison de capacités limitées à utiliser efficacement des glucides alimentaires [1]. La nécessité de préserver les ressources marines généralement source protéique des aliments aquacoles, à faire évoluer la composition des aliments pour poissons. Parmi les ingrédients constituant l'aliment pour poisson, la farine de poisson constitue actuellement l'ingrédient majeur utilisé dans la formulation des aliments de poissons en raison de sa haute valeur nutritive. Il est prouvé cependant que la farine de poisson en elle-même n'est pas une matière première indispensable à la croissance des poissons mais c'est plutôt les nutriments qu'elle apporte qui le sont. Ainsi, ces dernières décennies, l'alternative en matière de nutrition aquacole est de remplacer l'énergie d'origine protéique de cette farine par l'énergie fournie par les lipides et les glucides d'autres ressources [2, 3]. Les glucides sont considérés comme des sources d'énergie moins coûteuses dans l'alimentation car ils sont abondants et bon marché. Il se rencontre généralement dans les produits et sous-produits agricoles, apparaissant de ce fait comme une solution pour l'alimentation animale dans les pays à économie agricole. L'utilisation des glucides réduit le coût de

l'alimentation, favorise la croissance et améliore l'utilisation des protéines [4, 5]. Par contre un excès de glucides alimentaires chez les poissons entraîne une hyperglycémie postprandiale persistante et des perturbations métaboliques qui peuvent avoir des effets néfastes sur les fonctions hépatiques, la croissance et l'état de santé des poissons [6, 7]. Par exemple, en chine, la production de l'Achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*) a été largement réduite en raison de maladies métaboliques hépatiques due à une teneur élevée en amidon dans les aliments composés. Toutefois les aliments piscicoles doivent contenir de l'amidon, utilisé comme liant pour faciliter l'extrusion en granulé des aliments composés. Au niveau des sources glucidiques tel que l'amidon, la digestibilité est aussi fonction de l'espèce de poisson, de la source d'amidon, de la taille des grains et de la structure des glucides [8, 9]. Dans cette optique, l'utilisation de cette source d'énergie disponible et moins couteuse dans l'alimentation, nécessite une étude de la contribution nutritionnelle des différentes sources de glucides chez le poisson. Cette contribution peut être fonction de l'espèce de poisson sélectionné. Le tilapia *Oreochromis niloticus* est une espèce majoritairement élevée en Afrique de l'Ouest notamment au Nigéria et en Côte d'Ivoire [10]. Ce poisson est très apprécié pour sa chair. Outre le fait qu'il soit peu exigeant pour son alimentation, ce poisson possède une croissance rapide et s'adapte à des environnements variés [11]. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'apport nutritionnel de différentes sources de glucides dans l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus*, afin d'identifier les meilleures sources glucides.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Matériel biologique et structure d'élevage

Dans cette étude cent vingt (120) juvéniles d'*Oreochromis niloticus* ont été utilisés pour l'expérience. Les poissons proviennent de la Station Expérimentale d'Aquaculture de Layo, située sur la rive Nord de la lagune Ebrié, à environ 40 Km à l'Ouest d'Abidjan, sur l'axe Abidjan-Dabou (Côte d'Ivoire). Les ingrédients utilisés pour la formulation des régimes expérimentaux au cours de l'expérience ont été choisis en raison de leur disponibilité et de leur apport en nutriments. Les ingrédients utilisés comme source de glucides et d'origine botanique différentes sont : la farine de maïs, de manioc, de haricot et de banane verte (*Figure 1*).



Figure 1 : Les différentes sources de glucides (a : banane verte ; b : haricot ; c : maïs ; d : manioc)

La structure d'élevage était constituée de 12 bacs rectangulaires de 150 cm de longueur et de 50 cm de largeur, pour un volume de 180 litres d'eau. Ces bacs sont alimentés en eau de ville dans un circuit semi-ouvert avec un renouvellement journalier d'environ 30 %.

II-2. Formulation et fabrication des régimes alimentaires expérimentaux

Les aliments expérimentaux ont été formulés conformément aux recommandations de [12]. Celles-ci se basent sur le fait que les ingrédients tests, tels que les farines de manioc, de maïs, de haricot et de banane verte ne peuvent constituer à elles seules les composantes d'un régime alimentaire des poissons. Ces ingrédients sont donc associés à d'autres ingrédients pour la formulation d'aliments pour poissons. Pour l'élaboration, un système de calcul automatique utilisant la méthode de formulation par programmation linéaire [13] sur Excel a été utilisé. Pour cette étude, quatre aliments isoprotéiques (28 %) ont été formulés à base des différentes sources de glucides (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Composition et caractéristiques nutritionnelles des régimes alimentaires expérimentaux

Ingrédients (g/ 100 g)	Régimes alimentaires tests			
	Maïs	Haricot	Manioc	Banane verte
Farine de poisson	21,5	15	23,3	21
Tourteau de soja	37,1	25	37	37,1
Son de blé	3,7	22,3	2	4,2
Farine de maïs	30	0	0	0
Farine de haricot	0	30	0	0
Farine de manioc	0	0	30	0
Farine de banane verte	0	0	0	30
Amidon de manioc	2,1	2,1	2,1	2,1
Huile de poisson	3,5	3,5	3,5	3,5
Vitamines	1,05	1,05	1,05	1,05
Minéraux	1,05	1,05	1,05	1,05
Total	100	100	100	100
Composition analytique				
Protéines	29,96	29,22	28,05	28,17
Lipides	8,08	7,17	7,29	7,20
Cendres	7,12	6,83	8,38	7,54
Fibres	4,20	8,13	5,58	3,35
ENA	42,43	41,11	42,17	43,43
Energie digestible (Kj/g)	13,47	12,84	12,78	12,92
P/E (mg protéines/ Kj ED)	22,23	22,75	21,93	21,80

ENA : Extractifs Non Azotés

II-3. Condition expérimentale

Après une période d'acclimatation d'une semaine, 120 juvéniles de *O. niloticus* ($23,83 \pm 5,13$ g) ont été nourris avec les aliments expérimentaux deux fois par jour de façon manuelle pour une ration de 4 % de la biomasse (8 h et 16 h). La première distribution est précédée de la mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau, tels que la température (29,2 à 29,53 °C) le pH (6,13 à 6,99) et l'oxygène dissous (5,96 à 6,13 mg/L) à 7 h 30 min. Chaque traitement est réalisé en triplicat. Environ 30 min après la distribution de l'aliment, les aquariums sont siphonnés pour les débarrasser des restes d'aliments non consommés [14]. Une pêche de contrôle était réalisée chaque semaine, au cours de laquelle les poissons étaient comptés, mesurés puis pesés [15] à l'aide d'une balance de précision. En raison du stress lié à la manipulation, les poissons étaient nourris une seule fois à 17 h.

II-4. Paramètres déterminés

Les paramètres de croissance, d'utilisation des aliments et de santé ont été déterminés. Le taux de survie (TS), le gain moyen quotidien (GMQ) et le taux de croissance spécifique (TCS), l'indice de consommation (IC), le coefficient d'efficacité protéique (CEP), l'indice hépato-somatique (ISH), l'indice gonado-somatique (IGS) et la constante de Fulton (K) ont été calculés à partir des **Formules** suivantes [16, 17] :

$$TS (\%) = (\text{Nombre de poissons vivants} / \text{Nombre initial de poissons}) \times 100 \quad (1)$$

$$GMQ (g/j) = (M_f - M_i) / \text{Durée de l'expérience} \quad (2)$$

$$TCS (g/\%) = (\ln M_f - \ln M_i) / \text{durée de l'expérience} \quad (3)$$

M_f et M_i : les masses moyennes finales et initiales au début et à la fin de l'expérience.

$$IC = \text{Quantité d'aliments distribués (g)} / \text{gain de masse corporelle (g)} \quad (4)$$

$$CEP = \text{Gain de masse corporelle (g)} / \text{ingérées protéiques (g)} \quad (5)$$

$$IHS (\%) = (\text{Masse du foie} / \text{masse du poisson éviscéré}) \times 100 \quad (6)$$

$$IGS (\%) = (\text{Masse du gonade} / \text{masse de poisson éviscéré}) \times 100 \quad (7)$$

$$K = (\text{Masse du poisson} / \text{Longueur}^3) \times 100 \quad (8)$$

II-5. Analyse statistique

Les données obtenues ont été traitées à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1. Les différences significatives entre les données ont été obtenues à l'aide de l'ANOVA à un facteur. Les comparaisons multiples de moyennes ont été effectuées avec le test HSD Tukey à 0,05.

III - RÉSULTATS

III-1. Paramètres zootechniques

La **Figure 2** montre une évolution de la croissance des poissons nourris avec les différents durant l'expérience. On constate une croissance distincte des juvéniles nourris avec les différents régimes. Par contre au niveau de la **Figure 3**, qui montre l'évolution de la longueur des juvéniles durant toute la durée de l'expérience, les courbes sont similaires. Le taux de survie à la fin de l'essai est indiqué dans le **Tableau 2**. Ce taux oscille entre 90 et 100 %,

avec la valeur la plus élevée pour les régimes à base de banane verte et de haricot (100 %) et la plus faible avec le régime à base de manioc (90 %). Aucune différence significative n'est observée entre les différents régimes ($p < 0,05$). Le Gain Moyen Quotidien (GMQ) et le taux de croissance Spécifiques (TCS) sont présents dans le **Tableau 2**. Le GMQ est significativement plus élevé ($p < 0,05$) chez les poissons soumis au régime à base de haricot avec 0,45 g/j et le plus faible avec les poissons nourris avec les régimes à base de banane verte et de manioc (0,31g/j). Les taux de croissances spécifiques présentent des différences significatives entre les différents régimes. Le TCS est plus élevé chez les poissons nourris avec le régime à base de haricot (1,27 %).

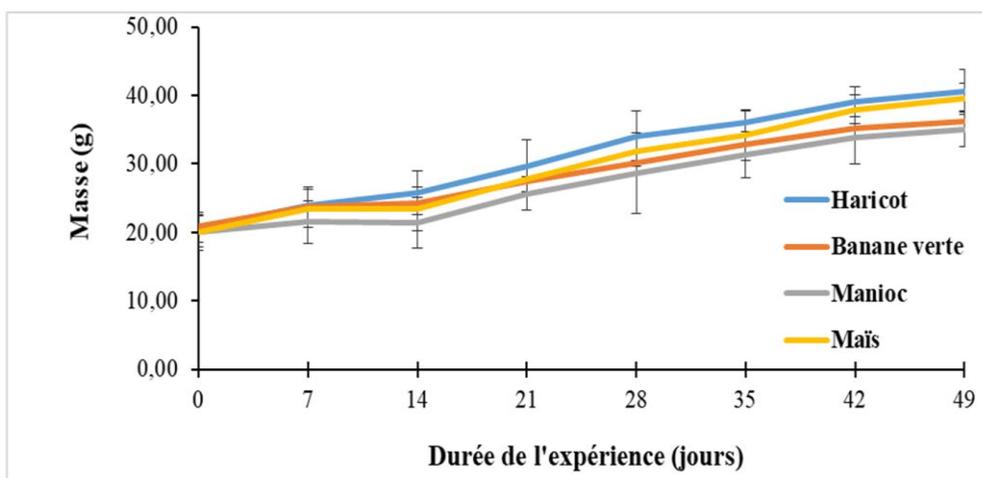


Figure 2 : Évolution en masse des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* nourris avec les régimes expérimentaux

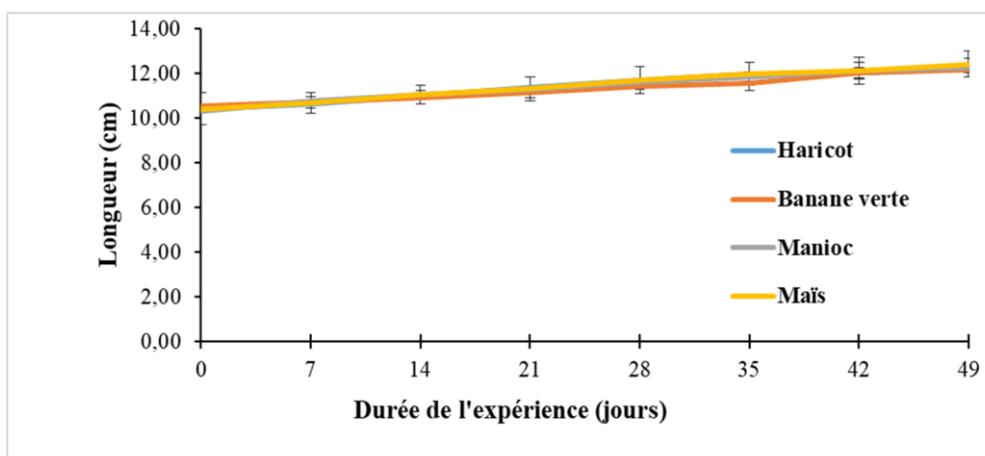


Figure 3 : Évolution en longueur des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* nourris avec les régimes expérimentaux

Tableau 2 : Paramètres de croissances chez *O. niloticus* pendant 49 jours d'élevage

Paramètres	Régimes alimentaires			
	Haricot	Banane verte	Manioc	Maïs
Masse initiale (g)	25,54 ± 2,82	28,24 ± 3,5	25,12 ± 4,25	26,13 ± 2,3
Masse finale (g)	47,69 ± 2,47	43,21 ± 3,14	40,11 ± 3,43	47,55 ± 3,34
Longueur initiale (cm)	11,39 ± 0,35	12,57 ± 0,88	11,62 ± 0,39	11,44 ± 1,72
Longueur finale (g)	13,23 ± 0,56	14,38 ± 0,17	13,36 ± 0,42	13,42 ± 1,56
Gain de masse (g)	22,15 ± 2,52 ^b	14,97 ± 3,01 ^a	14,99 ± 3,1 ^a	21,42 ± 2,75 ^b
Gain de longueur (cm)	1,84 ± 0,21 ^a	1,81 ± 0,15 ^a	1,74 ± 0,41 ^a	1,98 ± 0,16 ^a
GMQ (g/j)	0,45 ± 0,10 ^b	0,31 ± 0,07 ^a	0,31 ± 0,11 ^a	0,44 ± 0,08 ^b
TCS (%/j)	1,27 ± 0,13 ^b	0,87 ± 0,17 ^a	0,96 ± 0,21 ^a	1,22 ± 0,17 ^b
TS (%)	100 ± 0,00 ^a	100 ± 0,00 ^a	90 ± 14,14 ^a	95 ± 7,07 ^a

Les valeurs représentent les moyennes et les écarts types de trois répétitions. Sur chaque ligne du tableau, les valeurs qui ne sont pas affectées d'une lettre commune sont significativement différentes ($p < 0,05$).

III-2. Paramètres d'utilisation des aliments formulés

La **Figure 4** montre l'indice de consommation et le coefficient d'efficacité protéique des aliments. Les indices de consommation ont respectivement varié de 1,75 à 2,40 avec une valeur plus faible pour le régime à base de haricot. On constate que l'indice de consommation varie au cours de l'expérience. Quant aux coefficients d'efficacité protéique, les valeurs sont comprises entre 1,49 et 1,85, avec la valeur la plus élevée pour les aliments à base de haricot et de maïs. Ces coefficients varient inversement par rapport aux indices de consommation.

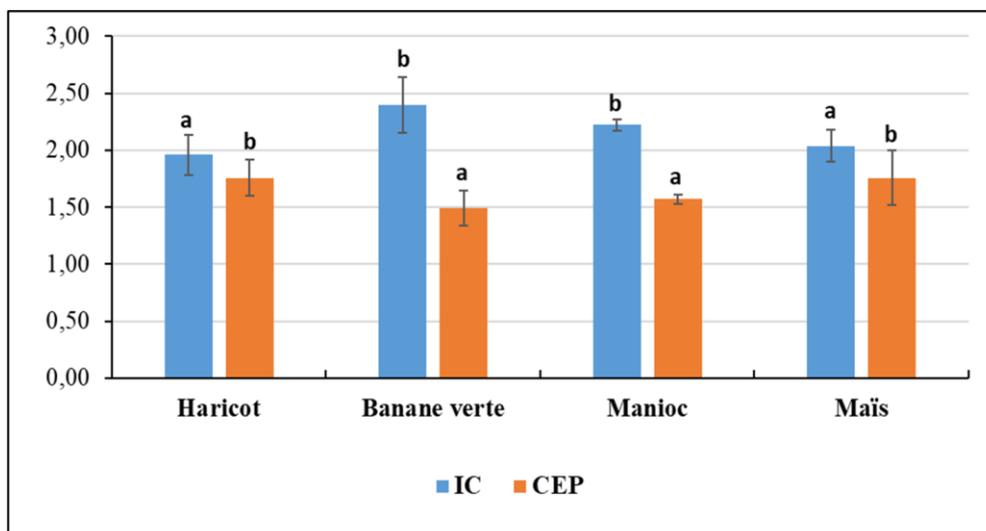


Figure 4 : Indice de consommation et Coefficient d'efficacité protéique des aliments expérimentaux

III-3. Composition biochimique des poissons

La variation de la composition corporelle des juvéniles de *Oreochromis niloticus* à la fin de l'expérience est indiquée dans le **Tableau 3**. La teneur en eau et en cendres varie respectivement de 75,3 à 76,97 % et 3,45 à 4,45 % MF et aucune différence significative n'a été observée entre les différents aliments. Les teneurs en protéines et en lipides sont comprises respectivement entre 13,8 et 15,15 % MF, 4,48 et 5,66 % MF, les valeurs plus élevées sont obtenues chez les nourris avec le régime AH ($p < 0,05$).

Tableau 3 : Variation de la composition corporelle des juvéniles de *O. niloticus* en fonction des régimes expérimentaux

Paramètres	Régimes alimentaires			
	Haricot	Banane verte	Manioc	Maïs
Teneur en eau (% MF)	76,97 ± 1,23 ^a	75,3 ± 1,34 ^a	75,35 ± 0,84 ^a	75,55 ± 1,96 ^a
Protéines (% MF)	15,15 ± 0,21 ^c	13,8 ± 0,28 ^a	14,3 ± 0,29 ^{ab}	14,81 ± 0,28 ^{bc}
Lipides (% MF)	5,66 ± 0,34 ^b	4,81 ± 0,33 ^a	4,48 ± 0,67 ^a	5,27 ± 0,24 ^{ab}
Cendres (% MF)	3,45 ± 0,67 ^a	3,77 ± 0,81 ^a	4,45 ± 0,18 ^a	3,25 ± 0,13 ^a

III-4. Paramètres de santé

Les données relatives aux paramètres de santé sont indiquées dans le **Tableau 4**. On constate que l'indice hépato-somatique (IHS) est plus élevé (2,43) avec le régime à base de haricot et le plus faible avec le régime à base de banane verte (2,17). L'indice gonade- somatique et la constante de Fulton sont respectivement plus élevés avec le régime à base de maïs (0,61) et à base d'haricot (1,99). Aucune différence significative n'est observée entre les différents régimes ($p > 0,05$).

Tableau 4 : Valeurs moyennes des indices hépato-somatiques, indices gonades-somatiques et de la constante de Fulton des juvéniles de *O. niloticus* après 49 jours d'élevage

Paramètres	Régimes alimentaires			
	Haricot	Banane verte	Manioc	Maïs
IHS	2,43 ± 0,04 ^a	2,17 ± 0,14 ^a	2,33 ± 0,27 ^a	2,24 ± 0,7 ^a
IGS	0,51 ± 0,39 ^a	0,48 ± 0,28 ^a	0,41 ± 0,41 ^a	0,61 ± 0,33 ^a
K	1,99 ± 0,25 ^a	1,80 ± 0,07 ^a	1,91 ± 0,20 ^a	1,96 ± 0,67 ^a

Les valeurs représentent les moyennes et les écarts types de trois répétitions. Sur chaque ligne du tableau, les valeurs qui ne sont pas affectées d'une lettre commune sont significativement différentes ($p < 0,05$). IHS ; indices hépato-somatiques ; IGS : indices gonades- somatiques ; K : la constante de Fulton.

IV - DISCUSSION

Les paramètres physico-chimiques tels que la température (29,02 - 29,53°C), pH (6,13 - 6,99), l'oxygène dissous (5,96 - 6,13 mg/L) dans les différents aquariums sont dans la gamme des valeurs recommandées pour *O. niloticus* [18,19]. Cette gamme est de 6 à 9 pour le pH, l'oxygène dissous ≥ 3 mg/L et la température $\geq 25^\circ\text{C}$. On peut estimer que la qualité du milieu n'a pas eu influence sur les paramètres déterminés. Cette qualité favorable du milieu peut être aussi la raison des taux de survie élevés observés pendant l'expérience, lesquels se situent entre 90 et 100 % et ne présentent pas de différence significative. Ces taux sont proches de ceux obtenus (89,5 à 93,5 %) par [20]. Les résultats des paramètres physiques du milieu montrent que les régimes formulés n'ont pas d'influence pas la qualité de l'eau. La stabilité de la qualité du milieu quel que soit le régime utilisé, permet d'estimer que les variations au niveau des paramètres zootechniques sont liées à la qualité du régime distribué. Les courbes de l'évolution de la masse moyenne des poissons nourris avec les différents régimes alimentaires montrent une évolution similaire des poissons durant les 7 premiers jours. Cette similarité s'expliquerait par une période d'adaptation nécessaire pour permettre aux poissons d'assimiler les nouveaux régimes auxquels ils sont soumis. Après cette période, les courbes présentent différentes allures avec une évolution plus rapides pour la courbe de haricot suivi de la Courbe du maïs.

Au niveau de la longueur moyenne, une évolution similaire pour les différents régimes a été observée durant toute la durée de l'expérience, cela traduit un faible taux de relation entre la masse et la taille des poissons au cours de notre essai. Cette faible corrélation a été rapportée par plusieurs auteurs chez le tilapia *Sarotherodon galilaeus* dans le réservoir de Boalin au Burkina Faso et au Ghana [21, 22]. Les résultats des paramètres zootechniques montrent que le gain de masse varie avec la nature glucidique des ingrédients utilisés et la qualité nutritionnelle des aliments administrés aux poissons. Les valeurs plus élevées sont obtenues avec les régimes à base de haricot (22,15 g) et de maïs (21,42 g), ce qui explique les gains moyens quotidiens qui sont plus élevés chez les poissons nourris avec l'aliment à base de haricot (0,45 g/j) et le plus faible chez les poissons soumis aux régimes à base de banane plantain et de manioc (0,31 g/j). L'écart de performances zootechniques observé entre les différents régimes démontre que l'apport nutritionnel des ingrédients tests dépend de la nature et de la composition biochimique des ingrédients puisque les régimes testés présentent des teneurs en protéines et en lipides similaires. Cette différence peut être liée à la composition analytique des ingrédients, soit au statut moléculaire et physique des glucides de ces ingrédients [23, 24]. En effet, le haricot présente une teneur en protéine de 23,1 % comparée aux autres ingrédients qui ont des

teneurs en protéines de 9,17 % pour le maïs, de 1,3 % pour le manioc et de 3,66 % pour la banane verte. Les protéines sont les nutriments essentiels pour la croissance des poissons [2]. Mais les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence entre les régimes à base d'haricot et de maïs. Ce résultat peut s'expliquer par la qualité des acides aminés du maïs et aussi la digestibilité élevée des glucides du maïs chez le tilapia. Le maïs possède un coefficient élevé de digestibilité des acides aminés, ce qui influence positivement la croissance chez les poissons et une meilleure utilisation des aliments [25]. La digestibilité des glucides du maïs est estimée à 76 % chez le tilapia *O. niloticus* [8]. Au niveau du coefficient d'efficacité protéique, l'écart entre les valeurs trouvées suppose que les protéines brutes de l'aliment à base de banane (1,49 %) sont moins valorisées que celles des aliments à base de haricot et de maïs qui ont un CEP de (1,85 %). Concernant l'indice de consommation, les valeurs relativement « élevées » semblent être contrastées avec les faibles performances de croissance pondérale des poissons. Ainsi les faibles indices sont constatés avec l'aliment à base de haricot suivi de l'aliment de maïs, qui ont présenté les meilleures croissances. En fin d'élevage, les paramètres biochimiques montrent une différence au niveau des protéines et des lipides corporels, par contre les teneurs en cendres et la teneur en eau ne présentent pas de différence significative. Le fait que les teneurs en protéines corporelles soient élevées chez les poissons recevant les régimes expérimentaux à base d'haricot et de maïs, laisse suggérer une utilisation plus importante des glucides pour la couverture des besoins énergétiques des poissons, permettant ainsi une épargne des protéines pour la croissance. Par contre certains auteurs affirment que la composition de la chair des animaux reste constante quel que soit l'âge et l'alimentation [26]. Au niveau des indicateurs de santé déterminés, la constante de Fulton K est supérieur à 1 ($p > 1$) pour tous les régimes utilisés. Ces valeurs de K supposent que les poissons ont été dans un état d'embonpoint durant l'expérience [27]. Le bien-être observé pourrait justifier aussi les taux de survie de plus 90 % pour les différents régimes expérimentaux. Les autres indices de santé ne présentent pas de différence significative entre les différents régimes.

V - CONCLUSION

Le travail a montré que l'ingrédient utilisé comme source de glucides a une influence sur l'apport nutritionnel dans l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus*. Les résultats montrent que les aliments à base de haricot et de maïs ont donné les meilleures croissances des poissons (0,45 g/j), suggérant ainsi une bonne utilisation des glucides de ces ingrédients par rapport à la banane verte et le manioc (0,31 g/j). La croissance des poissons soumis aux aliments à base de haricot et de maïs, indique une meilleure utilisation des glucides du maïs puisque l'haricot présente une teneur plus élevée en protéines. La composition de la chair en protéines confirme cette bonne utilisation des glucides du maïs pour épargner les protéines de l'aliment.

RÉFÉRENCES

- [1] - F. MEDALE et J. GUILLAUME, Nutrition énergétique. In *Nutrition et alimentation des poissons et crustacés*. (Guillaume J., Kaushik S., Bergot P. et Metailler R. eds), Paris, INRA, (1999) 87 - 111
- [2] - F. MEDALE et S. KAUSHIK, Evolution des recherches en nutrition piscicole l'INRA : substitution des produits d'origine marine dans l'alimentation des poissons d'élevage. INRA Productions Animales, 21 (1) (2008) 87 - 94
- [3] - M. G. YEO, C. B. BLEC, A. K. OTCHOUMOU, S. DABONNE, Y. L. ALLA and A.O. ETCHIAN, Digestibility and growth performance in fingerlings of tilapia *Oreochromis niloticus* fed with diet containing high-carbohydrate ingredients. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5 (4) (2017) 171 - 175
- [4] - R. P. WILSON, Utilization of dietary carbohydrate by fish, *Aquaculture*, 124 (1994) 67 - 80
- [5] - D. LIN, L. HANSCOM, A. MURTHY, A. GALLI, M. EVANS, E. NEILL, M. MANCINI and AL, Ecological footprint accounting for countries : updates and results of the national footprint accounts. 2012–2018. *Resources*, 7 (3) (2018) 58
- [6] - P. ENES, S. PANSERAT, S. KAUSHIK and A. OLIVA-TELES, Dietary carbohydrate utilization by European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) and gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) juveniles. *Reviews in Fisheries Science*, 19 (2011) 201 - 215
- [7] - S. PANSERAT, S. KAUSHIK and F. MEDALE, Rainbow trout as a model for nutrition and nutrient metabolism studies, In : Trout : from physiology to conservation. Polakof S., Moon T.W. (Eds). *Nova Science Publishers*, (2013) 131 - 153
- [8] - A. F. EL-SAYED, Tilapia culture. CABI Publishing, Walling ford, Oxon, UK, (2006) 294 p.
- [9] - S. S. PANIGRAHI, I. SYED, S. SIVABALAN and P. SARKAR, Nanoencapsulation strategies for lipid-soluble vitamins, *Chemical Papers*, 73 (2019) 1 - 16
- [10] - FAO, La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Rome, (2012) 241 p.
- [11] - G. BWANIKA, D. MURIE and L. CHAPMAN, Comparative Age and Growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in Lakes Nabugabo and Wamala, Uganda. *Hydrobiologia*, 589 (2007) 287 - 301
- [12] - C. Y. CHO, S. J. SLINGER and H. S. BAYLEY, Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 73 B (1982) 25 - 41

- [13] - S. HEM, F. X. BARD, Z. J. OTEME et Y. MOREAU, Recherches sur l'aquaculture du mâchoiron. In : Recherches en aquaculture sur les principales espèces de poissons lagunaires en Côte d'Ivoire. (1984-1986). Rapp. CEE/ORSTOM/CRO, TSD A, 082 (1987) 11 - 39
- [14] - L. C. NWANNA, Nutritional value and digestibility of shrimp head waste meal by African catfish. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2 (6) (2003) 339 - 345
- [15] - T. O. BABALOLA and D. F. APATA, Effects of dietary protein and lipid levels on growth performance and body composition of African catfish *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) fingerlings, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5 (2006) 1073 - 1079
- [16] - J. D. CASTELL and K. TIEWS, Rapport du groupe de travail de la CECPL, de l'UISN et du CIEM sur la normalisation de la méthodologie dans la recherche sur la nutrition de poissons, Document technique de la CEPCI-FAO, Rome, 36 (1980) 1 - 24
- [17] - R. SMOLDERS, W. DE COEN and R. BLUST, Integrative measures of toxicant exposure in zebra fish (*Danio rerio*) at different levels of biological organization, in *Techniques in aquatic toxicology*, 2 (2005) 5 - 7
- [18] - L. G. ROSS, Environmental physiology and energetic, In *Tilapias: Biology and Exploitation*, M.C.M. Beveridge, and B.J McAndrew (eds), Dordrecht, Netherlands Kluwer Academic Publisher, Fish and Fisheries series, 25 (2000) 89 - 128
- [19] - M. A. CHOWDHURY, Y. YI, C.K. LIN and E. R. EL-HAROUN, Effect of salinity on carrying capacity of adult Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. in recirculating systems, *Aquaculture Research*, 37 (2006) 1627 - 1635
- [20] - Y. BAMBA, N. OUATTARA, S. OUATTARA, A. OUATTARA and G. GOURÈNE, Effect of diets containing cocoa bean shell and coconut oil cake on the growth of *Oreochromis niloticus* (LINNE, 1758) in pond. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (4) (2014) 1368 - 1380
- [21] - R. OUÉDRAOGO, A. SOARA et H. ZERBO, Caractérisation du peuplement piscicole du réservoir de Boalin, Ziniaré (Burkina Faso) deux décennies après l'introduction de *Heterotis niloticus*, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9 (5) (2015) 2488 - 2499
- [22] - E. H. ALHASSAN, D. N. AKONGYUURE and F. ASUMANG, Determination of Morphometric Relationship and Condition Factors of Four Cichlids from Golinga reservoir in Northern Region of Ghana. *Online journal of biological Science*, 15 (13) (2015) 201 - 206

- [23] - S. S. DE SILVA, K. F. SHIM and A. K. ONG, An evaluation of methods used in digestibility estimation of a dietary ingredient and comparisons on external and internal markers and time faeces collection in digestibility studies in fish *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Reproduction Nutrition Development*, 30 (1996) 215 - 226
- [24] - S. J. FU, The growth performance of southern catfish fed diets with raw, precooked cornstarch and glucose at two levels, *Aquaculture. Nutrition*, 11 (2005) 257 - 261
- [25] - P. VASAN, A. B. MANDAL, D. NARAYAN, S. K. MAITI and K. SHARMA, Digestibility of Amino Acids of Maize, Low Tannin Sorghum, Pearl Millet and Finger Millet in Caecectomized Roosters Digestibility of Amino Acids of Maize, Low Tannin Sorghum, Pearl Millet and Finger Millet in Caecectomized Roosters, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21 (5) (2008) 701 - 706
- [26] - ANSE (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), Consommation des poissons, mollusques et crustacés : aspects nutritionnels et sanitaires pour l'Homme. Rapport scientifique ANSE, France, (2010) 190 p.
- [27] - C. T. TIOGUÉ, M. T. TOMEDI, D. N. EYANGO et J TCHOUMBOUE, Caracteristiques de morphologie générale et de croissance du Cyprinidae africain *Labeo barbusbatesii* dans la plaine inondable des Mbô, Cameroun, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (6) (2010) 1988 - 2000