

PRODUCTION D'ALEVINS DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus* L., 1758) NOURRIS AVEC DES SOUS-PRODUITS AGRICOLES, SANS ADJONCTION DE FARINE DE POISSON

Y. BAMBA¹, A. OUATTARA¹ et G. GOURENE¹

¹Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique (LEBA), UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé, 02 Bp 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire). E-Mail : gourene@hotmail.com

RESUME

Deux lots d'alevins du tilapia *Oreochromis niloticus* (14 ± 6 mg et 1660 ± 8 mg, respectivement) ont été nourris avec 3 aliments (A1, A2 et A3) formulés uniquement à base de sous-produits agricoles et un aliment industriel commercial contenant de la farine de poisson servant de témoin (At). Les alevins de 14 ± 6 mg et 1660 ± 8 mg ont été mis dans des bassins, à des densités respectives de 1667 et 500 ind/m². Deux essais expérimentaux ont été réalisés. Les résultats de l'élevage post-larvaire (14 ± 6 mg) montrent une variabilité inter-groupes non significative ($p > 0,05$). En revanche, une différence significative ($p < 0,05$) a été observée chez les juvéniles (1660 ± 8 mg), entre les lots soumis à l'aliment A1, puis A3 et At. Les poids moyens finaux atteints aux stades post-larvaire et juvénile ont été respectivement de 750 ± 180 et 5980 ± 1325 mg (A1), 730 ± 180 et 5340 ± 1264 mg (A2), 650 ± 50 et 4930 ± 1381 mg (A3), puis 680 ± 40 et 4880 ± 1152 mg (At). Comparés au témoin, l'analyse économique a montré une réduction des coûts des aliments tests et de production du kilogramme de juvéniles, respectivement à des taux de 30 %, et 30 à 49 %.

Mots-clés : *Oreochromis niloticus*, sous-produits agricoles, production d'alevins, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

PRODUCTION OF ALEVINS OF THE TILAPIA (*Oreochromis niloticus* L., 1758) FED WITH AGRICULTURAL BY-PRODUCTS, WITHOUT ADDING FISH MEAL

Two alevin populations from tilapia (*Oreochromis niloticus*) were fed with 3 diets (A1, A2 and A3), formulated using only agricultural by-products, and a commercial diet containing fish meal as the control diet (At). Two replicates of alevins, with individual mean weight of 14 ± 6 mg and 1660 ± 8 mg, were stocked in water basins at densities of 1667 and 500 ind.m⁻², respectively. Results show that post-larvae (14 ± 6 mg) individuals exhibited no significant difference ($p > 0.05$) in growth between dietary groups. conversely, significant differences ($p < 0.05$) were observed among juvenile individuals (1660 ± 8 mg) fed with A1, A3 and At diets. Final mean fish body weights, at larvae and juvenile stages, were 750 ± 180 and 5980 ± 1325 mg (A1), 730 ± 180 and 5340 ± 1264 mg (A2), 650 ± 50 and 4930 ± 1381 mg (A3), and 680 ± 40 and 4880 ± 1152 mg (At), respectively. As compared to the control diet (At), cost reductions of about 30 %, and 30 to 49 %, respectively were observed for the different diets and for the production of one kg of juvenile fish.

Keywords : *Oreochromis niloticus*, agricultural by-products, fry production, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Le Sud de la Côte d'Ivoire présente un nombre important de cours d'eau et d'unités industrielles agro-alimentaires dont certaines produisent des aliments pour l'élevage de poissons. Cette zone connaît, grâce à tous ces atouts, un relatif développement de la pisciculture du tilapia *Oreochromis niloticus* (Slembrouck *et al.*, 1991). Ce poisson, bien apprécié et largement consommé sous plusieurs formes, se commercialise facilement sur les marchés dans les zones urbaines (Micha et Frank, 2004). A l'inverse, les régions des savanes (Nord et Centre), où l'on trouve pourtant plus de 300 barrages de retenue d'eau (FAO, 1989) et divers sous-produits céréaliers et d'oléagineux, connaît une faible production piscicole, à cause du coût élevé des aliments industriels commerciaux et de l'indisponibilité des alevins. Ainsi, on observe une inégale consommation de poissons sur le territoire ivoirien entre le Nord (1 g/ind./j) et le Sud (24 g/ind./j) (Da Costa *et al.*, 1998). D'après Siddhuraju et Becker (2003), la difficulté à l'émergence de la pisciculture dans les pays en développement est le coût de l'alimentation. Ainsi, Slembrouck *et al.* (1991) et Hossain *et al.* (2001) ont souligné que l'utilisation de la farine de poisson comme principale source de protéines dans les aliments composés destinés à l'aquaculture est à l'origine de la surenchère de ces aliments. Gourène *et al.* (2002) ont abondé dans le même sens. Leurs travaux que le coût de l'alimentation des poissons est plus important (> 50%) que celui de la production totale. Pourtant, Liebert et Portz (2005) ont le plus souvent proposé les sous-produits agro-industriels comme substituts aux farines de poisson.

Les aliments composés à base de sous-produits agricoles contenant environ 20 % de protéines ont déjà été utilisés en phases de reproduction, de prégrossissement et de grossissement dans certains pays subsahariens tels que le Niger et la Côte d'Ivoire (Campbell, 1978 ; Lazard, 1980 et Parrell *et al.*, 1986). Ces travaux ont donné de bons résultats avec des poids moyens de 0,31 gj⁻¹ et 1,27 gj⁻¹, respectivement pour les phases de prégrossissement et de grossissement (Parrell *et al.*, 1986). Cependant, selon ces derniers auteurs, l'augmentation de la teneur protéine brute jusqu'à 25-30 % dans les aliments et l'association de plusieurs sous-produits peuvent donner des résultats encore plus satisfaisants. Toutefois, ces travaux antérieurs n'ont pas fait

état des performances zootechniques des alevins (poids < 2 g). Par ailleurs, selon (Watanabe *et al.*, 1996), les densités et les régimes alimentaires de ceux-ci (0 à 2 g) ne sont pas quantifiés au cours de la production des alevins en élevage. Il apparaît donc important, d'évaluer les performances zootechniques de ces derniers, nourris avec des aliments préparés à partir des sous-produits agro-industriels sur une durée de 21 à 30 j en vue d'une application dans la production d'alevins. Aussi, cette étude se propose-t-elle de tester des aliments formulés à base de sous-produits agricoles, peu onéreux, et localement disponibles au Nord de la Côte d'Ivoire.

MATERIEL ET METHODES

PRODUCTION D'ALEVINS

Les essais, sur des alevins du tilapia *Oreochromis niloticus* ont été réalisés simultanément à la ferme piscicole de Blonbey, située à environ 25 kilomètres d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Deux réplifications ont été réalisées pour chaque stade de croissance.

Des lots d'alevins de 14 ± 6 mg (individus post-larvaires) et de 1660 ± 8 mg (juvéniles) ont été obtenus à partir de géniteurs d'un poids moyen corporel de 100 ± 16 g pour les femelles, et 200 ± 25 g pour les mâles. La densité de mise en charge des géniteurs a été de deux femelles pour un mâle (Chimatiro et Costa-Pierce, 1996). Les alevins considérés comme post-larvaires (14 ± 6 mg) et comme juvéniles (1660 mg) ont été récoltés respectivement 21 et 45 j après la mise en charge des géniteurs dans les bassins de ponte.

ALIMENTS EXPERIMENTAUX

Les aliments tests A1, A2 et A3 ont été formulés respectivement selon les méthodes des «carrés de Pearson» (Kanangiré, 2001 ; Campbell, 1978 ; Rivière, 1978 et Melcion, 1999). Le choix des ingrédients a été fondé sur leur qualité nutritionnelle, la quantité, la disponibilité et le prix sur le marché local (De Silva et Anderson, 1995 et Guillaume, 1999).

Les aliments expérimentaux ont été rendus farineux conformément à la méthode de Siddiqui et Al-Harbi (1995). Les aliments tests ont été constitués de tourteaux de soja, de coton (utilisés

comme substituts aux farines de poisson), de sons de maïs, de mil, de riz, d'huile végétale (composants énergétiques) et de farine d'os calciné (Campbell, 1978 ; Rivière, 1978 ; Jauncey et Ross, 1982). Celle-ci riche en ions calcium et phosphore est ajoutée comme mélange de minéraux (Rivière, 1978).

Les différents intrants ont été obtenus auprès des fournisseurs locaux. Les sons céréaliers ont été séchés au soleil. Les tourteaux de soja, de coton et les os calcinés ont été moulus à l'aide d'un broyeur. La composition des aliments tests a été la suivante : A1 (tourteaux de soja, de coton, sons

de maïs et de mil) ; A2 (tourteaux de soja, de coton, sons de maïs et de riz) et A3 (tourteaux de soja, de coton, sons de mil et de riz). L'aliment témoin (At), indiqué par le fabricant industriel a été constitué essentiellement de maïs concassé, de tourteau de coton, de son de blé, de farine de poisson et d'un mélange vitaminique.

La composition bromatologique des quatre aliments expérimentaux est présentée dans le tableau 1. Les analyses ont été effectuées selon les méthodes de Naumann et Bassler (1997) à l'Institut de Physiologie Animale et de Nutrition Animale de Göttingen (Allemagne).

Tableau 1 : Composition biochimique des aminoacides des aliments expérimentaux.

Biochemical composition and amino acids contents in the experimental diets.

composants (% matière sèche)	Aliments				Œuf de poisson (étalon)*
	A1	A2	A3	At	
Matière sèche (%)	90,61	89,17	90,46	88,58	-
Protéine brute (%)	25,48	25,46	22,37	32,38	-
Lipide (%)	7,13	8,71	6,71	4,51	-
Matières cellulosiques (%)	9,34	10,03	14,7	7,28	-
Cendre (%)	15,38	10,25	12,99	9,99	-
Acides aminés exprimés en % de protéines totales					
Lysine	4,19	4,04	4,04	5,01	7,6
Arginine	9,31	9,71	8,15	8,34	6,1
Histidine	2,91	2,92	2,96	3,13	2,6
Phénylalanine	4,86	4,71	4,56	4,53	4,8
Tyrosine	3,22	3,36	3,3	3,29	1,5
Leucine	6,8	6,86	6,39	6,82	8,9
Isoleucine	3,49	3,45	3,26	3,4	5,7
Valine	4,86	4,89	4,19	4,43	6,4
Thréonine	3,31	3,59	3,4	3,72	5,4
Méthionine	2,59	2,75	3,27	2,26	2,5
Additives (sur étiquette)					
Vit. D ₃ , I.U. / kg	+	+	+	1000	+
Vit. A, I.U. / kg	+	+	+	4500	+
Vit. E, I.U. / kg	+	+	+	6	+

A1 : aliment test 1 ; A2 : aliment test 2 ; A3 : aliment test 3 ; At : aliment témoin ; +: néant ; - : indéterminé.

A1 : diet1 ; A2 : diet2 ; A3 : diet 3 At : control diet ; +: Nothing ; - : indeterminated.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les essais ont été conduits à la ferme piscicole de Blondey durant 21 jours dans des «raceways» rectangulaires cimentés (2 x 1,5 x 0,6 m), avec un volume d'eau utile de 1,2 m³. Ils ont été alimentés en eau par gravité, à partir d'un barrage de retenue. Un débit d'eau minimal a été maintenu dans les bassins expérimentaux, à raison de 204.10⁻⁵ m³/seconde.

Au niveau post-larvaire, la mise en charge de chaque bassin a consisté à prélever au hasard 5 échantillons de 200 à 300 larves dans le stock issu de la reproduction. Ces échantillons ont été pesés, dénombrés et le poids moyen de chaque individu déterminé. Le nombre d'alevins a été évalué ensuite par le rapport du poids total sur le poids moyen individuel.

Concernant les juvéniles, le nombre exact de spécimens à mettre dans les bassins a été évalué. Les différents lots de poisson à élever ont été nourris manuellement. Les lots d'alevins post-larvaires ont été nourris quotidiennement *ad libitum*, à raison d'une ration journalière de 0,025 g/alevin j⁻¹ correspondant à 50 g par bassin par j. Cette ration a été maintenue constante durant toute la période des essais. Les juvéniles ont été servis à des ratios de 10 % (1^{ère} semaine) et 5 % (2^e et 3^e semaine) de leur poids total corporel. La ration journalière a été distribuée à 9 h, 13 h et 15 h, comme l'ont fait El-Sayed (2002) et El-Sayed et Kawanna (2004).

CONTROLE DES ELEVAGES

Les bassins munis d'un système de renouvellement continu d'eau ont été siphonnés régulièrement. La qualité de l'eau (pH, oxygène

dissous) a été contrôlée chaque semaine entre 6 et 7 h. La température a été relevée quotidiennement à 9 h. Quant à la transparence de l'eau, elle a été mesurée toutes les semaines à 9 h.

Après 21 j d'essai, tous les poissons ont été comptés et pesés pour évaluer le taux de survie. Par ailleurs, 50 individus par bassin ont été pesés individuellement au moyen d'une balance de marque SARTORIUS et de précision 0,001 g. Ces échantillons ont servi pour les tests statistiques de comparaison de moyennes des paramètres zootechniques. A l'issue des essais, les différents paramètres de performances zootechniques d'une part, et la rentabilité financière d'autre part, ont été évalués (tableau 2).

Le coût du kilogramme d'aliment se rapporte ici au coût d'achat des ingrédients, de fabrication et de transport pour les aliments tests et au prix de revient pour l'aliment industriel commercial utilisé comme référence. La comparaison entre les traitements n'ont concerné que les coûts du kilogramme d'aliments, les coûts de la quantité totale d'aliments utilisés pour produire les juvéniles, les taux de réduction relatifs à ces coûts, par rapport à ceux de l'aliment At. Seuls les coûts relatifs à la production des juvéniles ont été évalués.

ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les paramètres zootechniques (P_f , GP_f , Q_n , TCS et T_s) et physico-chimiques ont été soumis à l'analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) et à deux critères (ANOVA 2). Toutes ces analyses ont été suivies des tests de comparaisons multiples de TUKEY à l'aide des logiciels STATISTICA 7.1 et SPSS 7.5.

Tableau 2 : Formules utilisées dans l'évaluation des paramètres zootechniques de production et des coûts alimentaires.*Formula used in assessment ing zootechnical production parameters, and feeding costs.*

Paramètres d'élevage et de coût	Formules
(GP _j) : Gain de poids journalier (g/j)	Poids final - Poids initial/Durée d'élevage en jours
(BN) : Biomasse nette (kg)	Biomasse finale - Biomasse initiale
(Qn) : Quotient nutritif	Quantité d'aliment sec distribué/Gain de poids frais de poisson
(Ts) : Taux de survie (%)	(Nombre de poissons récoltés /Nombre de Poissons mis en charge) x 100
(TCS) : Taux de croissance spécifique (%. j ⁻¹)	[(Ln P _f - Ln P _i) x 100]/Durée d'élevage en jours
(QAU) : Quantité d'aliment utilisée (kg)	Ration journalière x Durée d'élevage en jours
(CAU) Coût d'aliment utilisé (F CFA)	Quantité d'aliment utilisée x Coût du kg d'aliment
(CAP / kg de juvéniles) : Coût alimentaire de production du kg de juvéniles (F CFA)	Coût d'aliment utilisé/Biomasse nette
(TxR CUA du kg d'aliment comparé au témoin) : Taux de réduction du coût d'utilisation du kg d'aliment (%)	[(Coût pour 1 kg d'aliment témoin - Coût pour 1 kg d'aliment test) x 100]/Coût pour 1 kg d'aliment témoin
(TxR CAP du kg de juvéniles comparé au témoin) : Taux de réduction du coût alimentaire pour produire 1 kg de juvéniles (%)	[(coût alimentaire de production du kg de juvéniles témoins - Coût alimentaire de production du kg de juvéniles tests) x 100]/Coût alimentaire pour 1 kg de juvéniles témoins

N.B. : Ln est le Logarithme népérien

RESULTATS

CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU DANS LES STRUCTURES D'ELEVAGE

Les valeurs moyennes des variables abiotiques (température de l'eau, oxygène dissous, pH, et transparence) sont présentées dans le tableau 3. En élevage post-larvaire, la température moyenne a été comprise entre 26,59 ± 0,5 °C (A1) et 26,81 ± 0,7 °C (A2). Quant à la teneur moyenne en oxygène dissous, elle a été minimale (7,49 ± 0,37 mg/l) dans les bassins ayant reçu l'aliment A1 et maximale (8 ± 0,95 mg/l) dans ceux où l'aliment A2 a été distribué. Les valeurs moyennes de pH observées ont varié de 7,6 ± 0,77 (A1) à 8 ± 0,72 (A3). La valeur moyenne de la transparence, la plus faible (49 ± 1,41 cm) a été obtenue avec l'aliment A1 et la plus forte (50 ± 1 cm) avec A2 et A3.

Au niveau de l'élevage des juvéniles, les températures moyennes ont varié entre 26,5 ± 0,6 °C (A1 et A3) et 26,72 ± 0,6 °C (A2 et At). La concentration moyenne en oxygène dissous a varié de 7,12 ± 0,84 mg/l (A1) à 7,84 ± 0,79 mg/l (A2). Le pH moyen enregistré a été faible (7,39 ± 0,37) avec l'aliment A1 et élevé (7,84 ± 0,78) avec l'aliment A3. Relativement à la transparence, les valeurs minimale (47,2 ± 0,78 cm) et maximale

(48,4 ± 1,67 cm) ont été observées respectivement avec les aliments A1 et At.

Toutefois, les variables abiotiques ne pas significativement différents ($p > 0,05$) d'un aliment à un autre pour un même stade de développement, et d'un stade de croissance à un autre pour le même régime alimentaire.

EVALUATION DES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES

Les données relatives aux paramètres zootechniques sont résumées dans le tableau 4. En élevage post-larvaire, les différences de performance observées entre les aliments n'ont pas été significatives ($p > 0,05$). Contrairement aux individus post-larvaires, les performances zootechniques procurées par l'aliment A1 au stade juvénile, diffèrent significativement ($p < 0,05$) de celles engendrées par les deux autres aliments (A3 et At). L'aliment A2 a donné des résultats intermédiaires.

A l'issue des essais, les poids moyens finaux (P_f) atteints par les individus post-larvaires ont été de 750 ± 180 mg ; 730 ± 180 mg ; 650 ± 50 mg et 680 ± 40 mg respectivement pour les aliments A1, A2, A3 et At. Quant aux juvéniles, des poids moyens respectifs de 5980 ± 1325 mg, 5340 ± 1264 mg, 4930 ± 1381 mg et 4880 ± 1152 mg ont été enregistrés avec A1, A2, A3 et

At. Chez les individus post-larvaires, les valeurs du gain moyen journalier de poids (GPj) relevées ont été respectivement de $37 \pm 10,31$ mg/j ; $36 \pm 8,71$ mg/j ; $31,8 \pm 3,33$ mg/j ; et $33,3 \pm 2,5$ mg/j contre 210 ± 63 mg/j ; 180 ± 60 mg/j ; 160 ± 66 mg/j ; et 150 ± 55 mg/j pour les juvéniles. Concerne le quotient nutritif (Qn), les valeurs moyennes observées chez les individus post-larvaires ont été de $0,68 \pm 0,41$; $0,71 \pm 0,35$; $0,76 \pm 0,1$ et $0,72 \pm 1$ respectivement pour les aliments A1, A2, A3 et At. Quant aux juvéniles, elles ont été de $0,98 \pm 0,4$ (A1) ; $1,11 \pm 0,5$ (A2) ; $1,30 \pm 0,6$ (A3) et $1,30 \pm 0,7$ (At).

Relativement au taux de croissance spécifique (TCS), une bonne corrélation entre ce paramètre et les croissances pondérales a été observé. Les valeurs moyennes obtenues dans les lots des individus post-larvaires nourris avec les aliments A1, A2, A3 et At (témoin) ont été respectivement de $19,91 \pm 1,44$ $\%.j^{-1}$; $19,77 \pm 1,12$ $\%.j^{-1}$; $19,19 \pm 0,37$ $\%.j^{-1}$ et $19,42 \pm 0,35$ $\%.j^{-1}$. En revanche, les valeurs moyennes (TCS) correspondantes enregistrées dans la

population de juvéniles ont été respectivement de $5,98 \pm 1$ $\%.j^{-1}$ (A1) ; $5,42 \pm 1,2$ $\%.j^{-1}$ (A2) ; $4,96 \pm 1,3$ $\%.j^{-1}$ (A3) et $5,03 \pm 1,3$ $\%.j^{-1}$ (At).

Pour les deux stades de croissance testés, les performances zootechniques enregistrées chez les populations soumises à l'aliment A1 ont été relativement meilleures que celles nourries avec les aliments A3 et At (témoin). Ces deux derniers ont permis aux poissons d'atteindre des performances de croissance similaires.

L'analyse de variance à deux facteurs (aliments et bassins) effectuée sur ces paramètres n'a pas révélé de différence significative ($p > 0,05$) entre les replicats. En revanche, en se fondant sur les critères aliments et stades de croissance, cette même analyse indique une différence significative ($p < 0,05$) entre les performances zootechniques des populations post-larvaires et de juvéniles.

Les taux de survie enregistrés ont varié faiblement entre les traitements alimentaires pour le même stade de croissance. Mais, ils ont différé significativement ($p < 0,05$) entre l'élevage post-larvaire et juvénile.

Tableau 3 : Moyennes et écart-type des paramètres physico-chimiques de l'eau dans les bassins d'élevage des poissons aux différents stades de croissance

Physical and chemical parameter means and standard deviations of water from fish earing basins at different growth stages.

Paramètres	Stade post-larvaire				Stade juvénile			
	A1	A2	A3	At	A1	A2	A3	At
Température eau (°C)	26,59	26,81	26,67	26,72	26,5	26,72	26,5	26,72
Ecart type	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 0,5$	$\pm ,62$	($\pm 0,6$	$\pm 0,53$	$\pm ,61$	$\pm 0,53$
Oxygène dissous (mg/l)	7,49	8	7,65	7,778	7,12	7,84	7,61	7,7
Ecart type	$\pm 0,37$	$\pm 0,95$	$\pm 0,41$	$\pm ,78$	$\pm ,84$	$\pm 0,79$	$\pm ,44$	$\pm 0,83$
pH	7,6	7,75	8	7,68	7,39	7,65	7,84	7,49
Ecart type	$\pm 0,77$	$\pm 0,79$	± 72	$\pm 0,83$	$\pm ,37$	$\pm ,80$	$\pm ,78$	$\pm 0,41$
Transparence (cm)	49	50	50	49,6	47,2	47,6	48,2	48,4
Ecart type	$\pm 1,41$	± 1	$\pm 1,22$	$\pm 0,55$	$\pm 0,78$	$\pm 1,14$	$\pm 0,48$	$\pm 1,67$

A1 - A3 aliment test 1 - 3.

A1 - A3 diet 1 - 3.

Tableau 4 : Paramètres zootechniques chez les alevins d'*Oreochromis niloticus* soumis à différents traitements alimentaires*Zootechnical parameters of Oreochromis niloticus sujet to different diets.*

Paramètres d'élevage	Stade post-larvaire				Stade juvénile			
	A1	A2	A3	At	A1	A2	A3	At
P _i : Poids initial (mg)	14	14	14	14	1660	1660	1660	1660
Ecart type	± 6	± 6	± 6	± 6	± 8	± 8	± 8	± 8
P _f : Poids final (mg)	750 ^a	730 ^a	650 ^a	680 ^a	5980 ^a	5340 ^{ab}	4930 ^b	4880 ^b
Ecart type	± 180	± 180	± 50	± 40	± 1325	± 1264	± 1381	± 1152
GP _j : Gain de poids par jour (mg/j)	37 ^a	36 ^a	31,8 ^a	33,3 ^a	210 ^a	180 ^{ab}	160 ^b	150 ^b
Ecart type	± 10,31	± 8,71	± 3,33	± 2,2	± 63	± 60	± 66	± 55
Qn : Quotient nutritif	0,68 ^a	0,71 ^a	0,76 ^a	0,72 ^a	0,98 ^a	1,11 ^{ab}	1,30 ^b	1,30 ^b
Ecart type	± 0,24	± 0,2	± 0,1	± 0,1	± 0,4	± 0,5	± 0,6	± 0,7
TCS : Taux de croissance spécifique (%·j ⁻¹)	19,91 ^a	19,77 ^a	19,19 ^a	19,42 ^a	5,98 ^a	5,42 ^{ab}	4,96 ^b	5,03 ^b
Ecart type	± 1,44	± 1,2	± 0,37	± 0,35	± 1	± 1,2	± 1,3	± 1,3
Ts : Taux de survie (%)	99,25	99,5	99,4	99,6	96,7	94,3	96,7	95,9
Ecart type	± 0,14	± 0,12	± 0,03	± 0,01	± 3,1	± 2,90	± 2,2	± 2,74

A1 - A3 aliment test 1 - 3 ; At : A2 : aliment témoin. Les différentes lettres sur une même ligne du tableau indiquent une différence significative ($p < 0,05$) entre les groupes alimentaires. Les valeurs partageant au moins une lettre en commun sur une même ligne du tableau ne diffèrent pas ($p > 0,05$).

A1 - A3 : diet 1 - 3 ; At : control diet. The different letters in the same row of the table indicate a significant difference ($p < 0.05$) between dietary groups. The values sharing common superscripts in the same row in the table are not significantly different ($p > 0.05$).

EVALUATION DES COÛTS DE PRODUCTION

Les données relatives aux coûts alimentaires de production des poissons, d'utilisation du kilogramme des aliments, et aux taux de réduction de ces coûts sont consignées dans le tableau 5. Les coûts du kilogramme des aliments ont été de 162,43 F CFA pour A1, 168,13 F CFA pour A2, 168,43 F CFA pour A3 et 239,38 F CFA pour At. Relativement au coût lié à la quantité totale des différents aliments

utilisés pour produire le kilogramme de juvéniles, les valeurs enregistrées ont été de 161, 191, 222 et 317 F CFA, respectivement pour les aliments A1, A2, A3 et At. L'analyse de la rentabilité financière montre une réduction des coûts du kilogramme des aliments tests de l'ordre de 30 % par rapport au témoin. Par ailleurs, l'utilisation de ces aliments a également contribué à réduire le coût de production du kilogramme de juvéniles par des taux de 30 % (A3), 40 % (A2) et 49 % (A1), comparés au témoin.

Tableau 5 : Evaluation des coûts d'alimentation des poissons.*Assessment of fish food cost.*

Paramètres de coût	Aliments			
	A1	A2	A3	At
CUA / kg (F CFA) : Coût d'utilisation du kg d'aliment	162,43	168,13	168,43	239,68
(Ni) : Nombre initial	1200	1200	1200	1200
(Nf) : Nombre final	1160	1130	1160	1150
(B _i) : Biomasse initiale (kg)	1,992	1,992	1,992	1,992
(B _f) : Biomasse finale (kg)	6,94	6,04	5,72	5,62
(B _n) : Biomasse nette (kg)	4,95	4,04	3,73	3,63
(QAU) : Quantité d'aliment utilisée (kg)	4,90	4,6	4,9	4,8
(CAU) : Coût de l'aliment utilisé (F CFA)	796	773	825	1150
(CAP / kg de juvéniles) : Coût alimentaire de production du kg de juvéniles (F CFA)	161	191	222	317
(TxR CUA du kg d'aliment / témoin) : Taux de réduction du coût d'utilisation du kg d'aliment (%)	32,23	29,85	29,73	-
(TxR CAP du kg de juvéniles / témoin) : Taux de réduction du coût de production du kg de juvéniles (%)	49	40	30	-

A1 - A3 aliment test ; At : aliment témoin ; + : néant ; - : indéterminé.

A1 - A3 diet 1 3 ; control diet ; + : Nothing ; - : indeterminated.

DISCUSSION

L'analyse des paramètres zootechniques a montré que les poissons nourris avec les aliments A1 et A2 ont présenté des performances de croissance relativement plus importantes que ceux nourris avec les aliments A3 et témoin (At). Cet écart de performance pourrait s'expliquer par la nature des ingrédients. Pour ce qui concerne les aliments tests (A1, A2 et A3), les sons de maïs, de mil et de riz sont à considérer. Ces trois sous-produits qui ont discriminé fondamentalement les aliments A1, A2 et A3 n'ont pas eu les mêmes valeurs nutritives. En effet, selon Rivière (1978) ; Arzel *et al.* (1999), le son de riz possède une teneur élevée en cellulose (11 %) et en silice, ce qui réduit sa digestibilité et sa valeur énergétique par rapport aux sons de mil et de maïs. Ces auteurs indiquent par ailleurs, que le phosphore contenu dans le son de mil est surtout sous forme de phytate, une substance antinutritionnelle qui diminue sa digestibilité par rapport aux sons de maïs et de riz. Or, les sons de riz et de mil entrent dans la formulation de l'aliment A3. Ceci pourrait expliquer les différences de performances zootechniques observées entre cet aliment et les autres (A1 et A2).

Par ailleurs, notons que les aliments A1 et A2 plus performantes contiennent du son de maïs. Selon Ouattara (2004), le son de maïs permet une meilleure croissance des poissons que ceux du blé, constituant de l'aliment témoin et de riz, ingrédient de l'aliment A3. De plus, Melard (1999) a montré que les coefficients de digestibilité protéique de soja et de maïs chez le tilapia *Oreochromis niloticus* sont respectivement de 96 % et 85 % contre 87 % pour la farine de poisson. Ce qui suggère que, cet écart de croissance observé entre les lots nourris avec le témoin et les aliments tests pourrait être lié à la fois à une différence de digestibilité et d'assimilation. Ce qui est fonction de la nature des ingrédients utilisés comme l'ont souligné Burel *et al.* (2000) ; Köprücü et Özdemir (2005).

Au regard de la composition bromatologique des aliments, il pourrait également s'agir de l'équilibre des acides aminés, des minéraux et des lipides des aliments consommés. En effet, Rivière (1978) a noté qu'une augmentation des lipides dans l'aliment peut entraîner une économie en protéine de 35 % à 48 % sans altérer les performances de celui-ci. Il a signalé, par ailleurs, que la farine d'os calcinée, en raison de sa bonne

teneur en Ca (35,02 %) et en P (15,52 %), améliore le métabolisme azoté, glucidique, lipidique et énergétique.

Les résultats des élevages post-larvaires et juvéniles ont révélé une différence de performance zootechnique et d'utilisation de l'aliment. Pour les essais réalisés avec les juvéniles, le taux de croissance spécifique enregistré pour chaque population a été significativement ($p < 0,05$) puis faible, avec un quotient nutritif plus élevé que ceux des individus post-larvaires. Cette variation de la performance zootechnique observée entre les deux stades de croissance pourrait s'expliquer par la différence de masse corporelle initiale et de la taille des poissons concernés. En effet, Person-Le Ruyet et Bergot (1999) ont rapporté que contrairement au quotidien nutritif et la croissance journalière, le taux de croissance spécifique et la conversion alimentaire diminuent avec l'augmentation de la taille des animaux. La prise volontaire des aliments par les juvéniles peut servir d'appui comme l'a indiqué Moreau (com. pers.), pour expliquer la différence de croissance notée entre les populations de juvéniles et post-larvaires. Pour ces deux auteurs, les individus larvaires ne s'intéressent qu'aux particules alimentaires qui sont à leur portée et non celles qui flottent ou qui reposent sur le fond. En revanche, les juvéniles se nourrissent presque tous activement et sur toute la colonne d'eau.

Concernant la survie des juvéniles, tout au long des essais, peu de poissons morts ou moribonds ont été enregistrés. Ceci porte à croire que la mortalité observée chez ces juvéniles résulterait vraisemblablement du cannibalisme (Pantastico *et al.*, 1988). En effet, Campbell (1985) a indiqué qu'à forte densités d'élevage (100 à 200 alevins de 1,7 gm²), le cannibalisme chez *O. niloticus* peut réduire considérablement le taux de survie de la population. Contrairement aux juvéniles, les taux de survie relevés chez les individus post-larvaires, (plus de 99 %) ont été satisfaisants. Ces taux révéleraient que les alevins, au stade post-larvaire valorisent bien ces aliments sans que cela ait une incidence sur leur survie. Par conséquent, ces aliments peuvent être utilisés dans la production intensive d'alevins de 0 à 1 g. Le taux de survie enregistré, est significatif.

Relativement à la qualité des eaux, l'analyse des valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques obtenue, en comparaison avec celles indiquées par Melard (1999) (pH = 6 à 9, oxygène dissous ≥ 3 mg/l et température ≥ 25 °C)

a permis d'affirmer que les eaux des bassins expérimentaux ont une qualité acceptable pour une bonne productivité piscicole.

Pour ce qui est du coût de production lié à l'alimentation, les résultats ont montré que les aliments tests ont eu des taux de réduction de 30 à 49 %, comparés à l'aliment témoin. Ces différences de coût entre les aliments pourraient s'expliquer, d'une part, par le prix des ingrédients, et d'autre part, par leur disponibilité. C'est le cas des sons de mil et de maïs qui ont une faible valeur marchande, à cause de leur disponibilité. La valeur nutritionnelle des aliments utilisés a été également à considérer. En effet, selon New et Singholka (1985), plus le quotient nutritif (Qn) d'un aliment est bas, plus le rendement de la nourriture consommée est élevé et le coût de production lié à l'alimentation faible.

CONCLUSION

Les différentes populations d'alevins du tilapia *Oreochromis niloticus* nourries avec les aliments tests présentent des performances de croissance et d'alimentation comparables à celles des populations soumise à l'aliment témoin. Par ailleurs, les aliments tests présentent un coût d'utilisation du kilogramme inférieur d'environ, 30 % à celui de l'aliment témoin. En outre, les aliments tests présentent un taux de réduction du coût de production lié à l'alimentation de 30 à 49 %, comparé à l'aliment industriel commercial. Par conséquent, ces aliments pourraient être utilisés en alevinage Côte d'Ivoire, cela dans la mesure où les intrants nécessaires à la fabrication des aliments testés ont l'avantage d'être localement disponibles et à la portée des pisciculteurs, contrairement à l'aliment commercial industriel. Toutefois, des tests de précommercialisation doivent être conduits avant une production à grande échelle.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du Programme d'Appui à la Recherche Agronomique (PARA) intitulé «Optimisation de l'élevage du tilapia *Oreochromis niloticus* et relance de l'activité piscicole dans la région de savanes».

Nos sincères remerciements sont adressés à la Coopération française, au Ministère de l'Enseignement Supérieur et au Dr Angelica Saavedra, responsable de l'ONG NGH, pour leur

soutien financier. Nous voudrions, exprimer notre gratitude à l'endroit de l'Unité de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur de Korhogo (URES-korhogo) de l'Université de Bouaké pour son assistance technique qui a permis le d'entretenir les travaux de recherche. Enfin, nous tenons à remercier M. Detoh Kouassi Alexis, propriétaire de la ferme Blondey qui a été utilisé pour nos expérimentations. Nous remercions également Dr. Da Costa Kouassi S., chargé de recherche dans le Programme Pêche et Aquaculture du CNRA, pour la lecture critique de ce travail.

REFERENCES

- Arzel J., J. Guillaume et S. Kaushik. 1999. Composition et valeur nutritive des matières premières utilisées. In : J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot et R. Metailler (Eds.). Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. INRA, Paris : pp 429 - 455.
- Burel C., T. Boujard, F. Tulli and S. J. Kaushik. 2000. Digestibility of extruded peas, extruded lupin and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture 188 : 285 - 298.
- Campbell D. 1978. Formulation des aliments destinés à l'élevage de *Tilapia nilotica* dans le Lac de Kossou, Côte d'Ivoire, 31 p.
- Campbell D. 1985. Large scale cage farming of *Sarotherodon niloticus*. Aquaculture 48 : 57 - 69.
- Chimatiro S. K. et B. A. Costa-Pierce. 1996. Emploi des déchets végétaux dans l'alimentation des juvéniles de *Oreochromis shiranus* et *Tilapia rendalli* élevés en mono et polyculture. In : R. S. V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J. B. Amon Kothias et D. Pauly (Eds.). Le Troisième Symposium International sur le Tilapia en Aquaculture. ICLARM Conf. Proc. : pp 202 - 212.
- Da Costa K. S., K. Traoré et L. Tito De Morais. 1998. Effort de pêche et production exploitées dans les petites retenues du nord de la Côte d'Ivoire. Bull. fr. Piscic. 348 : 65-78.
- De Silva S. S. et T. A. Anderson. 1995. Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall, London, 319 p.
- El-Sayed A. F. M. 2002. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. Aquacult. Resear. 33 : 621- 626.

- EI-Sayed A. F. M. and M. Kawanna. 2004. Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia *Oreochromis niloticus* : Growth, feed utilization efficiency and survival of fry and fingerlings. *Aquaculture* 231 : 393 - 402.
- FAO. 1989. La pisciculture et les pêches continentales en Côte d'Ivoire. In : J. L. Giasson et T. Gaudet (Eds.). Summarizing of proceeding and selected papers symposium on the development and management of fisheries in small water bodies Accra, (Ghana). FAO Fish Rep./Rap, Accra : pp 74-78.
- Gourène G., K. B. Kobena et A. F. Vanga. 2002. Etude de la rentabilité des fermes piscicoles dans la région du moyen Comoé. Université Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire), 41 p.
- Guillaume J. 1999. Formulation des aliments en aquaculture. In : J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot et R. Metailler (Eds.). Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. INRA, Paris : pp 379 - 395.
- Hossain M. A., U. Focken and K. Becker. 2001. Effect of soaking and soaking followed by Autoclaving of *Sesbania* seeds on growth and feed utilisation in common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture* 203 : 133 - 148.
- Jauncey K. and B. Ross. 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. University of Stirling (Scotland), 111 p.
- Kanangiré C. K. 2001. Effet de l'alimentation des poissons avec *Azolla* sur la production d'un écosystème agro-piscicole en zone marécageuse au Rwanda. Thèse de Doctorat, Université Notre Dame de la Paix de Namur (Belgique), 222 p.
- Köprücü K. and Y. Özdemir. 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 250 : 308 - 316.
- Lazard J. 1980. La pêche en eau libre et le développement de la pisciculture dans les eaux continentales ivoiriennes, cas de ferme piscicole pilote de Natio-Kobadara (Korhogo). Thèse de doctorat, Universités des Sciences et techniques du Languedoc de Montpellier (France), 213 p.
- Liebert F. and L. Portz. 2005. Nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed with plant based low phosphorus diets supplemented with graded levels of different sources of microbial phytase. *Aquaculture* 248 : 111 - 119.
- Melard C. 1999. Bases biologiques de l'aquaculture : Notes de cours. Centre de Formation et de Recherche en Aquaculture, Liège, 238 p.
- Melcion P. 1999. Fabrication des aliments. In : J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot et R. Metailler (Eds.). Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. INRA, Paris : pp 397 - 412.
- Micha J. C. et V. Franck. 2004. Etude prospective pour la relance du secteur pêche et aquaculture en Côte d'Ivoire. Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques, Abidjan, 60 p.
- Naumann C. and R. Bassler. 1976-1997. VDLUFA-Methodenbuch, Vol. III : Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Neumann-Neudamm, Darmstadt : ISBN 3 - 922712 - 14 - 2.
- New M. B. et S. Singholka. 1985. Production des crevettes d'eau douce. Manuel d'élevage de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO. Document Technique sur les techniques de pêche, Rome, 132 p.
- Ouattara N. I. 2004. Etude du potentiel aquacole d'une population du tilapia estuarien *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 isolée dans le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université de Liège (Belgique), 275 p.
- Pantastico J. B., M. M. Dangilan and R. V. Eguia. 1988. Cannibalism among different sizes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry / fingerlings and the effect of natural food. In : R. S. V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J. L. Maclean (Eds.). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conf. Proc. : pp 465 - 688.
- Parrel P., I. Ali et J. Lazard. 1986. Le développement de l'aquaculture au Niger : Un exemple d'élevage de tilapia en zone sahélienne. *Bois et Forêts des Tropiques* 212 : 71 - 94.
- Person-Le Ruyet J. et P. Bergot. 1999. Aliments inertes pour les larves de poisson In : J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot et R. Metailler (Eds.). Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. INRA, Paris : pp 285 - 296.
- Rivière R. 1978. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux. Jouve, Paris, 527 p.
- Siddhuraju P. et K. Becker. 2003. Comparative nutritional evolution of differentially processed *mucuna* seeds (*Mucuna pruriens* (L.) DC. *Var. utilis* (Wall ex Wight) (Baker ex Burck) on growth performance,

- feed utilization and body composition in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquacult. Resear.* 34 : 487 - 500.
- Siddiqui A. Q. and A. H. Al-Harbi. 1995. Evaluation of three species of tilapia, red tilapia and a hybrid tilapia as culture species in Saudi Arabia. *Aquaculture* 138 : 145 - 157.
- Slembrouck J., A. Cissé et N. Kerchuen. 1991. Etude préliminaire sur l'incorporation de liants dans un aliment composé pour poisson d'élevage en Côte d'Ivoire. *J. Ivoirien Océan. Limn. CRO* 1 (1) : 17 - 22.
- Watanabe W. O., S. J. Smith, W. D. Head et K. W. Mueller. 1996. Production d'alevins de tilapias rouges (*Oreochromis* sp.) dans les bassins d'eau saumâtre sous divers régimes alimentaires et densités de charges. In : R. S. V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J. B. Amon Kothias et D. Pauly (Eds.). *Le Troisième Symposium International sur le Tilapia en Aquaculture. ICLARM Conf. Proc.* : pp 176 - 184