

EFFETS DE DEUX PLANTES APHRODISIATIQUES AFRICAINES *Garcinia kola* ET *Turraea heterophylla* SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES ET LE TAUX D'INVERSION SEXUELLE CHEZ *Oreochromis niloticus*

KOPHY TIGOLI¹, MOUSSA CISSE¹, MAMADOU KONE², MAMADOU OUATTARA¹, ALLASSANE OUATTARA¹, GERMAIN GOURENE¹

¹Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique (LEBA), UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire. E-mail : tigolik@gmail.com / cciscom@yahoo.fr / ouattara_bognan@yahoo.fr / allassane_ouattara@yahoo.fr / cciscom@yahoo.fr

²Laboratoire de Nutrition et de Santé Animales, UFR des Environnements, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, BP : 150 Daloa, Côte d'Ivoire. E-mail : necosko04@yahoo.fr

RESUME

Dans le but développer une méthode alternative au 17- α -méthyltestostérone, les effets de *Garcinia kola* et *Turraea heterophylla* sur la production des alevins monosexes mâles de *Oreochromis niloticus* ont été évaluées. Ainsi, 7200 alevins ($0,011 \pm 0,002$ g) ont été répartis dans 24 happas en raison de 300 poissons/happa, formant 8 traitements en triplicata. Huit régimes alimentaires correspondant chacun à un traitement ont été testés. Les régimes témoins négatif et positif contiennent respectivement 0 et 70 mg de méthyltestostérone/kg. Six régimes dont 3 par plante, contiennent respectivement 10, 20 et 30 g d'extrait/kg. Les lots « lot 10g » et « lot 30g » de *T. heterophylla* présentent respectivement les meilleures croissances et taux de mâle. Les taux optimaux d'extraits sont de 10 et 30 g/kg respectivement pour la croissance et masculinisation. L'augmentation du pourcentage de mâles est dose-dépendante. Les fortes proportions de mâles sont de $76,82 \pm 3,34$ % pour *T. heterophylla* et $65,75 \pm 4,19$ % pour *G. kola*. Les meilleurs poids moyens enregistrés pour *T. heterophylla* et *G. kola* sont respectivement de $0,919 \pm 0,059$ et $0,663 \pm 0,103$ g. Les taux de survie sont compris entre 88 et 95 %. Des études complémentaires détermineront les méthodes d'application, les solvants d'extraction et la durée de traitement appropriés à la production d'alevins monosexes mâles.

Mots-clés : *Oreochromis niloticus*, Plantes aphrodisiaques, Inversion sexuelle, Paramètres zootechniques, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

EFFECTS OF TWO AFRICAN APHRODISIATIC PLANTS *Garcinia kola* AND *Turraea heterophylla* ON ZOOETCHNIC PERFORMANCES AND SEXUAL INVERSION RATE IN *Oreochromis niloticus*

In order to develop an alternative method to 17- α -methyltestosterone, the effects of *Garcinia kola* and *Turraea heterophylla* on the production of male monosex fry of *Oreochromis niloticus* were evaluated. Thus, 7200 fry ($0,011 \pm 0,002$ g) were distributed in 24 happas because of 300 fish/happa, forming 8 treatments in triplicate. Eight diets each corresponding to a treatment were tested. The negative and positive control diets contain 0 and 70 mg of methyltestosterone/kg, respectively. Six diets, 3 per plant, contain respectively 10, 20 and 30 g extract/kg. The lots « lot 10g » and « lot 30g » of *T. heterophylla* have respectively the best growths and male rates. The optimal levels of extracts are 10 and 30 g/kg respectively for growth and masculinization. The increase in the percentage of males is dose-dependent. The high proportions of males are $76,82 \pm 3,34$ % for *T. heterophylla* and $65,75 \pm 4,19$ % for *G. kola*. The best average weights recorded for *T. heterophylla* and *G. kola* are $0,919 \pm 0,059$ and $0,663 \pm 0,103$ g, respectively. Survival rates are between 88 and 95 %. Further studies will determine the application methods, extraction solvents and treatment time appropriate for the production of male monosex fry.

Keywords : *Oreochromis niloticus*, Aphrodisiac plants, Sexual inversion, Zootechnical parameters, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, le marché d'alevins de pisciculture est marqué par un déficit croissant, notamment en alevins mâles de tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Il est essentiellement approvisionné par un nombre très réduit de pisciculteurs privés. Le déficit d'alevins de sexe mâle est dû essentiellement à la pratique du sexage manuel. En effet, cette méthode, non maîtrisée par de nombreux pisciculteurs, conduit à des erreurs de sexage de 2,7 à 10 % (Toguyeni, 1996) et à une élimination de 50 % de la population après deux à trois mois d'élevage (Baroiller & Jalabert, 1989). Pour pallier à ce problème, Tigoli *et al.* (2017) s'inspirent de l'inversion sexuelle hormonale pour une bonne production d'alevins. La méthode de l'inversion sexuelle par l'hormone (17- α -méthyltestostérone) est connue à travers le monde pour son succès dans la masculinisation, du fait des pourcentages élevés enregistrés (Baroiller, 1988 ; Guerrero & Guerrero, 1988).

Cependant, les coûts élevés et les difficultés d'importation de l'hormone synthétique (17- α -méthyltestostérone), limitent actuellement son utilisation pour la production de tilapias monosexes mâles dans les pays en développement. Cette méthode soulève de nombreuses questions relatives à son impact sur l'environnement, la santé des ouvriers aquacoles, des consommateurs et sur le label de l'aquaculture du tilapia. C'est dans ce contexte que certains auteurs (Dada & Ikuerowo, 2009 ; Chakraborty *et al.*, 2012 ; Yilmaz *et al.*, 2013 ; Fallahpour *et al.*, 2014 ; Gültepe *et al.*, 2014 ; Gabriel *et al.*, 2015 ; De & Chakraborty ; Ghosa *et al.*, 2016 ; Ojha *et al.*, 2016 ; Yeganeh *et al.*, 2017 ; Mukherjee *et al.*, 2018) ont opté pour les plantes médicinales comme compléments alimentaires naturels. Ces différents travaux ont montré que l'utilisation des plantes médicinales comme compléments alimentaires donne des résultats zootechniques intéressants, notamment les plantes aphrodisiaques.

Les plantes médicinales *Garcinia kola* (Guttiferae) et *Turraea heterophylla* (Meliaceae) sont largement disponibles et distribuées dans toute la Côte d'Ivoire. *G. kola* (« Petit cola ») et *T. heterophylla* (« Cure-dent Gouro ») sont deux des plantes médicinales aphrodisiaques les plus efficaces couramment utilisées en médecine

traditionnelle par les populations autochtones ivoiriennes. Elles rehaussent la libido chez l'homme. Selon Cek *et al.* (2007a), une plante aphrodisiaque améliore les comportements sexuels via une augmentation de la testostérone. Ces deux plantes sont riches en flavonoïdes, saponines, stéroïdes, tanins et terpénoïdes (Boua *et al.*, 2013 ; Yété, 2015). Ces principes bioactifs influencent divers paramètres dont la stimulation de l'appétit et la croissance des poissons en aquaculture (Citarasu *et al.*, 2010 ; Chakraborty & Hancz, 2011). Ils agissent, aussi, comme modulateurs endocriniens et possèdent des propriétés anti-œstrogéniques (Syahidah, 2015). Ainsi, ils peuvent bloquer la synthèse des œstrogènes par leur capacité d'inhibiteur de l'aromatase et réduire le niveau d'œstrogènes dans le corps. L'inhibition de l'activité enzymatique de l'aromatase ou le blocage des voies de signalisation des œstrogènes conduisent en effet à une masculinisation fonctionnelle (Guiguen *et al.*, 2010). Si une telle activité s'exprime précisément par ces phytochimiques, ils pourraient constituer une alternative aux inhibiteurs synthétiques pour la différenciation sexuelle des poissons.

En Côte d'Ivoire, les effets des compléments alimentaires à base de plantes médicinales sur des larves de *O. niloticus* sont méconnus. Toutefois, ces substances ont besoin d'être formalisées en vue d'obtenir un niveau de productivité piscicole et une rentabilité financière économiquement viables. Au regard de tout ce qui précède, les compléments alimentaires à base de plantes médicinales en pisciculture méritent une attention particulière. Cette étude se propose de tester expérimentalement ces deux plantes médicinales (*G. kola* et *T. heterophylla*) dans l'alimentation de *O. niloticus* en phases larvaire. L'objectif de la présente étude est de produire des alevins de *O. niloticus* monosexes mâles à croissance rapide, puis de déterminer la concentration optimale de ces compléments alimentaires.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL BIOLOGIQUE

Le matériel biologique utilisé, à cet effet, est composé d'une part de larves du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* de souche « Bouaké » produites sur la ferme Blondey et d'autre part de *Garcinia kola* « Petit cola » et *Turraea*

heterophylla « Cure-dent Gouro ». Les graines de *G. kola*, ont été achetées au grand marché de la commune d'Abobo à Abidjan en Côte d'Ivoire. Pour ce qui est de *T. heterophylla*, les racines ont été récoltées en forêt dans le département de Gohitafla au centre ouest de la Côte d'Ivoire. L'identification de ces plantes a été confirmée par le Centre National Floristique (CNF) sis à l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB) d'Abidjan-Cocody.

PRODUCTION DES LARVES ET CONSTITUTION DES LOTS EXPERIMENTAUX

Quatre-vingt géniteurs de *Oreochromis niloticus* dont 20 mâles pesant 180 ± 15 g et 60 femelles de 105 ± 25 g ont été mis en reproduction dans une cage en filet de polyéthylène de maille 1 mm appelé happa. Celui-ci a un volume utile de 15 m^3 et est installé dans un bassin bétonné de 24 m^2 . Les larves ont été récoltées, tous les 14 jours. La récolte a consisté à rétrécir la surface de l'happa de reproduction, afin de regrouper toutes les larves produites. Les larves, ainsi, concentrées à la surface de l'eau ont été prélevées, à l'aide d'une épuisette de mailles 1 mm. Avant la remise en charge des happas de reproduction, les femelles sont examinées individuellement, afin de faire cracher celles qui possèdent encore des œufs.

Les larves récoltées, ont été comptées, puis distribuées dans des structures d'élevage. Un lot de 7200 alevins ont été répartis de façon

aléatoire dans 24 happas de 1 m^2 , soit 300 poissons par happa, formant ainsi 8 traitements en triplicata correspondant chacun à un régime alimentaire. Chaque traitement a été réalisé dans un étang de 1000 m^2 . Ainsi, huit étangs ont été utilisés. Les poids initiaux des larves étaient de $0,011 \pm 0,002$ g.

PREPARATION DES ALIMENTS

Au cours de cette expérimentation, 8 régimes alimentaires correspondant chacun à un traitement ont été élaborés, à raison de 2 témoins et 6 tests.

La préparation de l'aliment témoin positif a été réalisée selon Rashid (2010). Une solution hormonale a été obtenue en dissolvant 70 mg d'hormone $17\text{-}\alpha$ -méthyltestostérone dans 100 ml d'éthanol 96 %. Un aliment commercial titrant 50 % de protéine a servi de base à cette expérimentation. La composition biochimique de cet aliment est donnée dans le tableau 1. Sur 1 kg de cet aliment ont été aspergés 100 ml de la solution hormonale obtenue précédemment. Afin de faire évaporer l'alcool, l'aliment est soigneusement mélangé et séché à la température ambiante à l'obscurité, car l'hormone se dégrade au contact de la lumière. L'aliment contenant 70 mg/kg d'hormone $17\text{-}\alpha$ -méthyltestostérone titrant 50 % de protéine est ainsi obtenu. Concernant la préparation de l'aliment témoin négatif titrant 50 % de protéine, l'aliment de base a été mélangé uniquement à l'éthanol, puis séchés.

Tableau 1 : Composition biochimique de l'aliment de base.

Biochemical composition of the staple food.

Composition des aliments	Multi Feed : Aliment de démarrage pour Tilapia de 0,2 à 0,6 mm
Protéine	50 %
Matière grasse	7 %
Calcium	2,5 %
Phosphore	1,5 %
Cendre	10 %
Fibre	2 %
Magnésium	45 ppm
Lysine	-
Meth. + cyst.	-
Vitamine A	12 000 UI/kg
Vitamine E	160 mg/kg
Vitamine C	120 mg/kg
Ingrédients	Farine de poisson, huile de poisson, farine de blé, farine de volaille, farine de gluten des céréales, gluten de blé, farine de soja, DL-Méthionine, choline chlorure, stay-C, Prémices de vitamine et de minéral, Ethoxquin.

Relativement à la préparation des aliments tests, 6 régimes alimentaires ont été élaborés, à raison de trois pour chaque plante (tableau 2). A cet effet, les graines de *G. kola* et les racines de *T. heterophylla* fraîches ont été nettoyées avec de l'eau distillée, découpées en petits morceaux, séchées séparément à la température ambiante pendant sept jours, rendu en poudre, puis passées au tamis de mailles 0,1 mm. Pour chaque plante mixée, des échantillons végétaux de 10, 20 et 30 g ont été macérés respectivement dans 50, 100 et 150 ml d'éthanol

96 % à l'abri de la lumière, à la température ambiante, pendant 24 h. Sur 1 kg de l'aliment titrant 50 % de protéine, a été aspergée chaque solution végétale obtenue précédemment. Chaque aliment a été soigneusement mélangé et séché à l'obscurité à la température ambiante, pour faciliter l'évaporation de l'alcool. Trois régimes alimentaires tests A1, A2 et A3 contenant respectivement 10, 20 et 30 g de poudre de chaque plante par kilogramme d'aliment titrant 50 % de protéine sont ainsi constituées.

Tableau 2 : Détails du dispositif expérimental adopté.

Details of experimental design adopted.

Lots	Traitements
Témoin négatif	Aliment commercial titrant 50 % de protéine
Témoin positif	1 kg d'aliment commercial titrant 50 % de protéine + 70 mg de 17- α -méthyltestostérone
« Lot 10 g »	1 kg aliment commercial titrant 50 % de protéine + 10 g poudre de <i>Turraea heterophylla</i>
« Lot 20 g »	1 kg aliment commercial titrant 50 % de protéine + 20 g poudre de <i>Turraea heterophylla</i>
« Lot 30 g »	1 kg aliment commercial titrant 50 % de protéine + 30 g poudre de <i>Turraea heterophylla</i>
« Lot 10 g »	1 kg aliment commercial titrant 50 % de protéine + 10 g poudre de <i>Garcinia kola</i>
« Lot 20 g »	1 kg aliment commercial titrant 50 % de protéine + 20 g poudre de <i>Garcinia kola</i>
« Lot 30 g »	1 kg aliment commercial titrant 50 % de protéine + 30 g poudre de <i>Garcinia kola</i>

NOURRISSAGE DES LOTS

La durée du traitement hormonal a été fixée à 28 jours. Tous les lots de larves ont été nourris à raison de 100 % de la biomasse/jour durant les trois premières semaines et 20 % au cours de la quatrième semaine. Les rations alimentaires quotidiennes ont été servies manuellement à la volée à intervalle régulier d'une heure soit 12 repas de 07 h à 18 h (Tigoli *et al.*, 2017). Après les 28 jours de traitements hormonaux, les poissons ont été mis en prégrossissement jusqu'au 75^{ème} jour, pour l'obtention d'un poids moyen supérieur à 25 g (poids requis pour le sexage manuel). Les taux de rationnement de 11, 9, 7 et 6 % du poids total vif ont été appliqués respectivement durant la première, deuxième, troisième et quatrième semaine. Les rations journalières correspondantes ont été fractionnées respectivement en 9, 8 et 6 repas. Les rations journalières ont été servies entre 8 h et 18 h (Tigoli *et al.*, 2017).

CALCULS ET EVALUATION DES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES

Des pêches de contrôle hebdomadaire de croissance pondérale ont été effectuées sur 25 % de la population élevée. Ces contrôles ont permis de réajuster conséquemment, la ration alimentaire de la semaine subséquente au prorata de la biomasse totale. A l'issue de 28 jours d'élevage, tous les poissons ont été comptés et 30 individus choisis au hasard dans chaque happa ont fait l'objet de mesure de longueurs (totales et standards) et de poids individuels. Au 75^{ème} jour correspondant à la fin du prégrossissement, tous les poissons ont été capturés et sexés manuellement. La confirmation du sexage a été faite par observation des gonades de chaque spécimen, après dissection. A partir de ces données, différents paramètres de performances zootechniques à savoir la sex-ratio, le taux de survie, le gain de poids moyen, le gain de poids moyen journalier, le taux de croissance spécifique, le quotient nutritif, le facteur de condition et le taux de survie ont été calculés (tableau 3).

Tableau 3 : Formules utilisées pour le calcul des paramètres de performances zootechniques.
Formulas used to calculate zootechnical performance parameters.

Paramètres	Formules
Sexe ratio (%)	(Nombre de femelles / Nombre de mâles) x 100
Gain de poids (g)	Poids moyen final (g) - Poids moyen initial (g)
Gain de poids journalier (g/j)	Gain de poids (g) / Durée du traitement (jour)
Taux de croissance spécifique (%/j)	[(Ln Poids moyen final) - (Ln Poids moyen initial) / Durée du traitement] x 100 où Ln représente le logarithme népérien
Quotient nutritif	Quantité d'aliment sec distribuée / (Biomasse finale - Biomasse initiale)
Facteur de condition	[Poids de poisson (mg) / Longueur standard ³ (mm)] x 100
Taux de survie (%)	(Nombre final de poissons / Nombre initial de poissons) x 100

ANALYSE STATISTIQUE

Les paramètres zootechniques (poids final, gain de poids journalier, taux de croissance spécifique, quotient nutritif, le facteur de condition et taux de survie) ont été soumis à l'analyse de variance à un critère (ANOVA 1). Là où l'ANOVA 1 a indiqué des différences significatives ($p < 0,05$), le test de comparaison multiple de Tukey a été utilisé pour la comparaison des valeurs moyennes de ces paramètres entre les lots pris deux à deux, afin de montrer le degré ou l'ampleur de cette différence. Ces analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1.

RESULTATS

TAUX D'INVERSION SEXUELLE

Les données relatives aux sex-ratios sont reportées dans le tableau 4. Le pourcentage de

mâle du lot témoin positif est significativement ($p < 0,05$) supérieur à ceux des autres lots. En revanche, celui du lot témoin négatif est significativement ($p < 0,05$) inférieur à ceux des trois lots de *T. heterophylla* et du lot « lot 30 g » de *G. kola*. Quelque soit la plante, le meilleur taux de mâle a été obtenu dans le « lot 30 g », suivi du « lot 20 g », puis du « lot 10 g ». Le taux de mâle du « lot 30 g » diffère significativement ($p < 0,05$) de celui du « lot 10 g ». La comparaison des deux plantes révèle que les taux de mâle des deux lots (« lot 20 » et « lot 30 g ») de *T. heterophylla* sont significativement meilleurs que ceux des deux lots (« lot 10g » et « lot 20g ») de *G. kola*. Les lots témoins négatifs et témoins positifs se sont caractérisés par des proportions de mâles respectifs de $54,44 \pm 0,96$ et $97,78 \pm 3,85$ %. Les proportions de mâles obtenues pour les deux plantes *T. heterophylla* et *G. kola* sont respectivement de $65,78 \pm 4,35$ et $55,78 \pm 2,10$ % (« lot 10 g ») ; $69,53 \pm 5,02$ et $56,83 \pm 5,01$ % (« lot 20 g »), puis $76,82 \pm 3,34$ et $65,75 \pm 4,19$ % (« lot 30 g »).

Tableau 4 : Performances zootechniques observés chez les larves de la souche « Bouaké » de *Oreochromis niloticus* en fonction des traitements : Lots témoins négatif et positif nourris avec les aliments contenant respectivement 0 et 70 mg de la 17 α méthyltestostérone/kg ; Lot 3 et 4 nourris avec les aliments contenant de la poudre de chaque plante à raison de 10, 20 et 30 g/kg par lot. Les valeurs partageant au moins une lettre en commun sur chaque ligne dans le tableau ne diffèrent pas significativement à $p > 0,05$.

Zootechnical performances observed in the larvae of the « Bouaké » strain of Oreochromis niloticus as a function of the treatments: Negative and positive control lots fed with the food respectively containing 0 and 70 mg of 17 α methyltestosterone/kg ; Lot 3 and 4 fed with feed containing powder from each plant at a rate of 10, 20 and 30 g/kg per batch. Values sharing at least one letter in common on each row in the table do not differ significantly at $p > 0.05$.

Paramètres	Témoins		<i>Garcinia kola</i>			<i>Turraea heterophylla</i>		
	Négatif	Positif	Lot 10 g	Lot 20 g	Lot 30 g	Lot 10 g	Lot 20 g	Lot 30 g
Poids final (g)	0,482 ^a	1,002 ^b	0,663 ^{ac}	0,594 ^{ad}	0,643 ^{ae}	0,919 ^{bf}	0,711 ^{ef}	0,825 ^{bcd}
Ecart type	± 0,034	± 0,054	± 0,103	± 0,041	± 0,153	± 0,059	± 0,046	± 0,095
Gain de poids (g)	0,472 ^a	0,992 ^b	0,653 ^{ac}	0,584 ^{ad}	0,633 ^{ae}	0,909 ^{bf}	0,701 ^{ef}	0,815 ^{bcd}
Ecart type	± 0,482	± 0,054	± 0,103	± 0,041	± 0,153	± 0,059	± 0,046	± 0,095
Gain de poids journalier (g/j)	0,017 ^a	0,035 ^b	0,023 ^{ac}	0,021 ^{ad}	0,022 ^{ae}	0,032 ^{bf}	0,025 ^{ef}	0,029 ^{bcd}
Ecart type	± 0,001	± 0,002	± 0,003	± 0,001	± 0,005	± 0,002	± 0,002	± 0,004
Taux de croissance spécifique (%)	13,83 ^a	16,45 ^b	14,95 ^{ac}	14,58 ^{ad}	17,79 ^{ae}	16,14 ^{bf}	15,22 ^{ef}	15,75 ^{bcd}
Ecart type	± 0,25	± 0,19	± 0,5	± 0,24	± 0,91	± 0,23	± 0,23	± 0,42
Quotient nutritif	2,567 ^a	1,230 ^b	1,850 ^{bc}	2,067 ^{acd}	1,967 ^{ace}	1,330 ^{be}	1,700 ^{bde}	1,467 ^{bd}
Ecart type	± 0,153	± 0,082	± 0,307	± 0,153	± 0,567	± 0,115	± 0,100	± 208
Facteur de condition	2,55 ^a	2,04 ^a	2,45 ^a	2,53 ^a	2,52 ^a	2,36 ^a	2,31 ^a	2,10 ^c
Ecart type	± 0,19	± 0,08	± 0,15	± 0,14	± 0,18	± 0,32	± 0,16	± 0,13
Proportion de mâles (%)	54,44 ^a	97,78 ^b	55,78 ^a	56,83 ^a	65,75 ^c	65,78 ^{ce}	69,53 ^{cd}	76,82 ^d
Ecart type	± 0,96	± 3,85	± 2,10	± 5,01	± 4,19	± 4,35	± 5,02	± 3,34
Taux de survie (%)	88,67 ^a	93,00 ^a	95,00 ^a	94,00 ^a	94,00 ^a	94,00 ^a	91,67 ^a	92,33 ^a
Ecart type	± 1,53	± 3,00	± 1,00	± 3,46	± 3,61	± 4,36	± 4,04	± 3,21

PARAMETRES DE CROISSANCE ET QUOTIENT NUTRITIF

Croissance pondérale

La figure 1 montre les profils des poids moyens des différentes populations de poissons élevés. Les courbes de croissance des lots ayant reçu les aliments témoins positifs et ceux contenant les extraits de *T. heterophylla* sont très proches et distinctes de celle des populations nourries avec l'aliment témoin négatif. En revanche, celles des lots ayant reçu l'aliment contenant les extraits de *G. kola* se rapproche plus de celle du témoin négatif. Les performances de croissance pondérale observées sont significa-

tivement meilleures ($p < 0,05$; ANOVA 1) (tableau 4) chez les populations ayant reçu l'aliment témoin positif, suivies de celles soumises aux régimes alimentaires contenant 10, 20 et 30 g d'extrait de *T. heterophylla*. En revanche, les plus faibles croissances ont été relevées dans les lots témoins négatifs. Les performances de croissance intermédiaires ont été observées avec les lots de *G. kola*. Les poids moyens finaux atteints par les poissons témoins positifs et négatifs sont respectivement de $1,002 \pm 0,0540$ et $0,482 \pm 0,034$ g. Ceux obtenus avec *T. heterophylla* et *G. kola* sont respectivement de $0,919 \pm 0,059$ et $0,663 \pm 0,103$ (« lot 10 g »), $0,711 \pm 0,046$ et $0,594 \pm 0,041$ (« lot 20 g »), puis de $0,825 \pm 0,095$ et $0,643 \pm 0,153$ (« lot 30 g »).

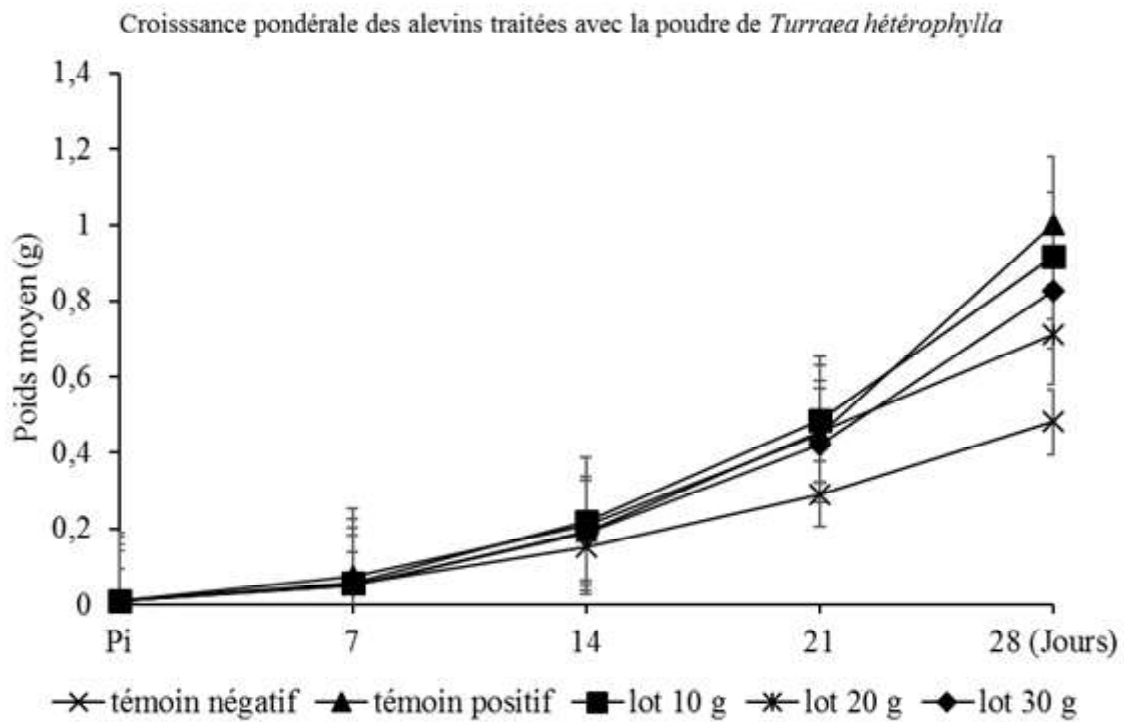
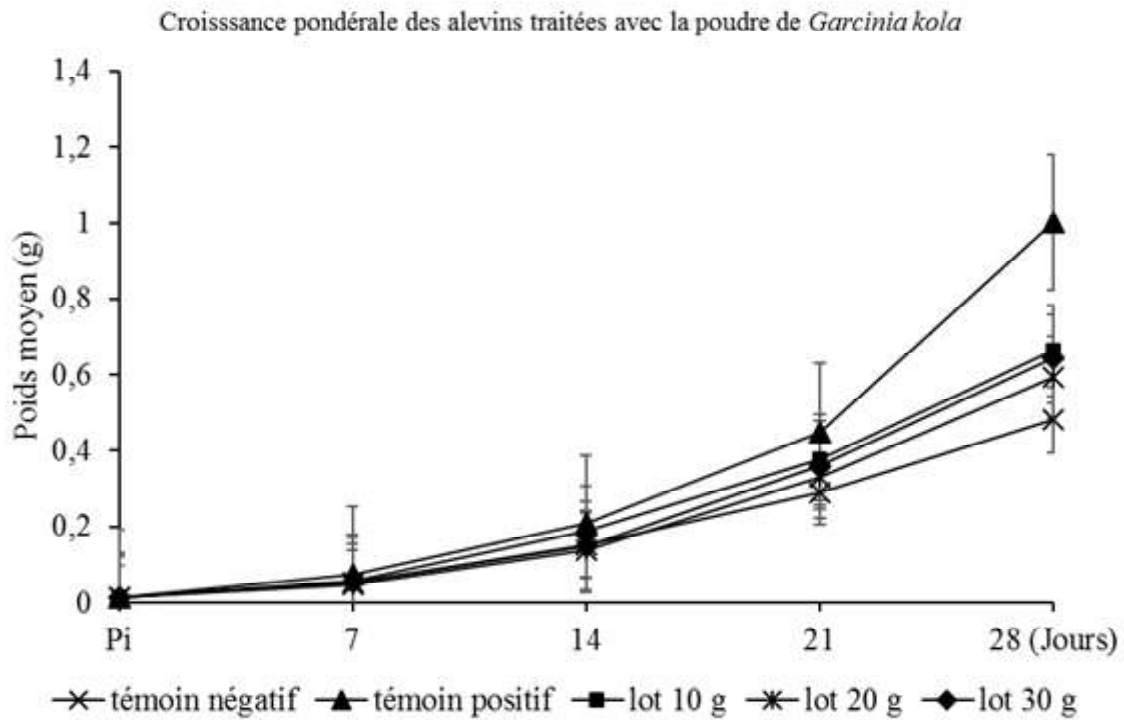


Figure 1 : Courbes de croissance pondérale des alevins de souche « Bouaké » (*Oreochromis niloticus*) durant les différents traitements (barre verticale = écart type).

Growth curves of « Bouaké » (*Oreochromis niloticus*) fry during the different treatments (vertical bar = standard deviation).

Gain de poids journalier, taux de croissance spécifique et quotient nutritif

Les résultats relatifs aux paramètres de croissance et quotient nutritif sont consignés dans le tableau 4. Au niveau de *T. heterophylla*, l'analyse de variance à un facteur, effectuée sur les paramètres de croissance et le quotient nutritif révèle une différence significative ($p < 0,05$) uniquement entre le lot témoin négatif et les autres lots. En revanche, concernant *G. kola*, la seule différence significative ($p < 0,05$) est notée entre le lot témoin positif et les autres lots. Quelques soit la plante, les meilleurs résultats ont été enregistrés chez les populations du lot témoin positif, suivi respectivement de ceux du « lot 10 g », du « lot 30 g », du « lot 20 g », puis du lot témoin négatif. La comparaison des lots entre les deux plantes montre que seul le « lot 10 g » de *T. heterophylla* diffère significativement des « lots 10 g », « lot 20 g » et « lot 30 g » de *G. kola*. Aussi, les meilleurs résultats ont été obtenus avec les trois lots de *T. heterophylla* et les plus faibles avec ceux de *G. kola*.

Les valeurs moyennes journalières de gain de poids observées, chez les poissons, sont de $0,035 \pm 0,002$ g/j pour le témoin positif et de $0,017 \pm 0,001$ pour le témoin négatif. Pour *T. heterophylla*, les gains de poids journaliers sont de $0,032 \pm 0,002$ g/j (« lot 10 g »), $0,025 \pm 0,002$ g/j (« lot 20 g ») et $0,029 \pm 0,004$ (« lot 30 g »). S'agissant de *G. kola*, ils varient de $0,023 \pm 0,003$ g/j pour le lot 10 g, $0,021 \pm 0,001$ g/j pour le lot 20 g et $0,022 \pm 0,005$ g/j pour le lot 30 g.

Les taux de croissance spécifique sont corrélés aux croissances pondérales. Les valeurs respectives obtenues dans les lots témoins positif et négatif oscillent entre $16,45 \pm 0,19$ et $16,01 \pm 0,32$ %. Pour *T. heterophylla*, les gains de poids journaliers sont de $16,14 \pm 0,23$ % (« lot 10 g »), $15,22 \pm 0,23$ % (« lot 20 g ») et $15,75 \pm 0,42$ % (« lot 30 g »). Concernant *G. kola*, ils sont de $14,95 \pm 0,58$ % pour le lot 10 g, $14,58 \pm 0,24$ % pour le lot 20 g et $17,79 \pm 0,91$ % pour le lot 30 g.

Les quotients nutritifs moyens obtenus dans les lots témoins positif et négatif oscillent respectivement entre $1,23 \pm 0,082$ et $1,05 \pm 0,10$. Pour *T. heterophylla*, les quotients nutritifs moyens sont de $2,36 \pm 0,32$ (« lot 10 g ») ; $2,31 \pm 0,16$ (« lot 20 g ») et $2,10 \pm 0,13$

(« lot 30 g »). Concernant *G. kola*, ils sont de $2,45 \pm 0,15$ g/j pour le lot 10 g, $2,53 \pm 0,14$ % pour le « lot 20 g » et $2,52 \pm 0,18$ % pour le « lot 30 g ».

Facteur de condition et taux de survie

Les résultats relatifs aux facteurs de condition et taux de survie sont résumés dans le tableau 4. L'analyse de variance à un facteur effectuée sur le facteur de condition et le taux de survie ne révèle aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les traitements. Les valeurs moyennes du facteur de condition observées chez les poissons, sont de $2,04 \pm 0,08$ pour le témoin positif et $2,55 \pm 0,19$ g/j pour le témoin négatif. Pour *T. heterophylla*, les valeurs du facteur de condition sont de $2,36 \pm 0,32$ (« lot 10 g »), $2,31 \pm 0,16$ (« lot 20 g ») et $2,10 \pm 0,13$ (« lot 30 g »). Relativement à *G. kola*, le facteur de condition est de $2,45 \pm 0,15$ pour le lot 10 g, $2,53 \pm 0,14$ pour le lot 20 g et $2,52 \pm 0,18$ pour le « lot 30 g ». Les taux de survie enregistrés varient faiblement d'un traitement à un autre. Les valeurs sont comprises entre 88 et 95 %.

DISCUSSION

Les plus fortes proportions de mâles et les meilleures croissances ont été enregistrées au niveau des lots nourris avec le 17α méthyltestostérone. Des résultats similaires ont été obtenus par Tigoli *et al.* (2017), en étudiant les effets de l'hormone (17α méthyltestostérone) sur les performances zootechniques des souches « Bouaké » et « Akosombo » de *O. niloticus*. Ces résultats seraient liés à la présence de cette hormone dans les aliments des lots témoins positifs et à son absence dans celui des autres. En effet, avec l'hormone 17α méthyltestostérone, les alevins à génotype femelle subissent une inversion sexuelle afin de devenir des mâles fonctionnels, ce qui conduit à l'obtention d'une population à phénotype 100 % mâles (Baroiller, 1988). Aussi, selon Flynn & Benfey (2007), l'hormone 17α méthyltestostérone possède des effets anabolisants. Ainsi, les alevins de *Tilapia* traités aux androgènes présentent généralement une croissance plus rapide que les individus non traités, probablement en raison de l'augmentation de l'appétit, de l'amélioration de l'utilisation des aliments et de la synthèse des protéines. (Baroiller, 1988 ; Baroiller & Toguyeni, 1996).

Cette étude montre que les extraits de *G. kola* et du *T. heterophylla* incorporés dans les différents régimes alimentaires des poissons, favorise l'augmentation des proportions de mâle. Quelle que soit la plante, une augmentation dose-dépendante du pourcentage de mâles a été observée. Cet effet de masculinisation dose-dépendante des extraits végétaux a également été observé par plusieurs auteurs, signalant une augmentation du pourcentage de mâles en fonction de la concentration de la croix de Malte *Tribulus terrestris* chez le molly *Poecilia latipinna*, le guppy *Poecilia reticulata*, le cichlidé zébré *Cichlasoma nigrofasciatum* et le poisson chat *Clarias gariepinus* (Çek *et al.*, 2007a ; Çek *et al.*, 2007b ; Kavitha & Subramanian, 2011 ; Kavitha *et al.*, 2012). Des résultats analogues ont été obtenus par Mukherjeel *et al.* (2018), en évaluant l'efficacité des graines du pois à gratter *Mucuna pruriens* et des racines du shatavari *Asparagus racemosus* dans la masculinisation du tilapia. La présence de stéroïdes dans les graines de *G. kola* et les racines de *T. heterophylla* pourrait être à la base de leur activité androgénique. Selon Chakraborty *et al.* (2014), diverses voies sont associées à des mécanismes fonctionnels de composés phytochimiques causant à la fois la masculinisation et la féminisation à différentes concentrations.

En outre, la présente étude démontre que la présence des extraits de plantes dans les différents régimes alimentaires des poissons, améliore leur croissance. Les extraits végétaux n'ont pas influencé négativement les performances de croissance. Gültepe *et al.* (2014) ont découvert que différentes concentrations de la croix de Malte *T. terrestris* (200, 400 et 600 mg/kg) dans les régimes alimentaires ont amélioré les performances de croissance de *O. niloticus*. Des résultats semblable ont été observés chez le guppy *Poecilia reticulata* (Cek *et al.*, 2007a) et le bagnard *Cryptoheros nigrofasciatus* (Cek *et al.*, 2007b) qui ont été nourris avec des régimes contenant des extraits de la croix de Malte *T. terrestris*. De plus, diverses études ont révélé que les extraits de plantes améliorent la croissance des animaux aquatiques (Sanchez *et al.*, 2009 ; Kaleeswaran *et al.*, 2011 ; Prasad *et al.*, 2011). Bien que nos résultats indiquent que l'extrait de *G. kola* et *T. heterophylla* ont des effets stimulant la croissance des poissons, il existe des lacunes dans la compréhension des mécanismes d'actions de ces extraits chez

les poissons. Des facteurs inconnus dans diverses plantes médicinales conduisent à des résultats favorables dans les essais sur les poissons et les crevettes (Fallahpour *et al.* (2014). Les plantes médicinales favorisent le métabolisme des lipides, l'accumulation de protéines et les performances de croissance (Sivaram *et al.*, 2004). *G. kola* et *T. heterophylla* sont riche en substances phytochimiques (flavonoïdes, les saponines, les stéroïdes, les tanins et les terpénoïdes) qui améliorent le fonctionnement du corps (Boua *et al.*, 2013 ; Yété, 2015). Il se peut que ces composés phytochimiques favorisent divers activés dont la stimulation de l'appétit et de la croissance des poissons en aquaculture (Citarasu *et al.*, 2010 ; Chakraborty & Hancz, 2011). Selon Dhas *et al.* (2015), les composés phytochimiques stimulent la sécrétion des enzymes pancréatiques, l'absorption, la digestion et l'assimilation des nutriments.

L'analyse des résultats révèle que les plus fortes croissances ont été obtenues avec les trois lots de *T. heterophylla* et les plus faibles avec ceux de *G. kola*. Pour chaque plante, le traitement avec les extraits végétaux de 10 g/kg (plus faible concentration) procure les meilleures croissances aux poissons. Les tanins dérivant de ces plantes sont amers et forme un complexe polyphénolique élevé avec des protéines, le rendant ainsi indisponible dans l'alimentation. Le tanin peut réduire la qualité des protéines en diminuant la digestibilité et la palatabilité. Il inhibe également les activités des enzymes digestives (Bello *et al.*, 2008). La présence de tanins en grande proportion dans les régimes enrichis avec des concentrations plus élevées de la poudre de racine ou graine pourrait entraîner une mauvaise consommation alimentaire par les poissons entraînant ainsi un retard de croissance.

Les extraits végétaux et les concentrations testées n'ont pas influé négativement les taux de survie des larves. Des conclusions similaires ont été formulées par Dan & Little (2000) et Pechsiri & Yakupitiyage (2005). De même, les taux de survie relevés indiqueraient que ces alevins valorisent bien les aliments sans incidence sur leur survie. Quant aux quotients nutritifs, ils révèlent un bon rendement des alimentations testés, quelle que soit la plante utilisée. Des quotients nutritifs de l'ordre de 2,34 à 3,13 ont été obtenus au stade larvaire par Mensah *et al.* (2014).

CONCLUSION

L'incorporation des extraits végétaux dans l'alimentation du tilapia *O. niloticus* améliore nettement les performances de croissance des alevins comparée à l'aliment commercial simple couramment utilisé en pisciculture. *T. heterophylla* a plus de capacités de stimulation de la croissance que *G. kola*. La concentration d'extrait végétal idéale pour la croissance du tilapia *O. niloticus* est de 10 g/kg pour les deux plantes (*G. kola* et *T. heterophylla*). Les racines de *T. heterophylla* et les graines de *G. kola* ont le potentiel d'induire une inversion sexuelle chez le tilapia. *T. heterophylla* est plus puissant que *G. kola* dans ce contexte. La concentration idéale de l'extrait de plante pour l'induction de l'inversion sexuelle chez le tilapia est de 30 g/kg pour les deux plantes (*G. kola* et *T. heterophylla*). Cependant, le meilleur taux de mâle enregistré par ces plantes était inférieur à l'exigence idéale de 100 % de mâle. Ainsi, des études complémentaires seraient nécessaires pour déterminer les méthodes d'application, les solvants d'extraction et la durée de traitement appropriés, afin de produire une population monosexue mâle et fournir des preuves de leur efficacité en tant qu'agent d'inversion sexuelle dans la culture du tilapia.

REFERENCES

- Baroiller J. F., 1988. Etude corrélée de l'apparition des critères morphologiques de différenciation de la gonade et de ses potentialités stéroïdogènes chez *Oreochromis niloticus*. Thèse de Doctorat, Université Pierre-et-Marie-Curie, Paris (France), 89 p.
- Baroiller J. F., A. Fostier et B. Jalabert. 1988. Precocious steroidogenesis in the gonads of *Oreochromis niloticus* during and after sexual differentiation. In : Y. Zohar and B. Breton (Eds.). Reproduction in fish. Basic and applied aspects in endocrinology and genetics. Les Colloques de l'INRA, 44 : pp 137 - 141.
- Baroiller J. F. & B. Jalabert. 1989. Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias. Aquat. Living Resour. 2 (2) : 105 - 116.
- Baroiller J. F. & A. Toguyéni. 1996. Comparative effects of a natural androgen, 11- β -Hydroxyandrostenedione, and a synthetic androgen 17- α -méthyltestostérone on the sex ratios of *Oreochromis niloticus*. In : R.S.V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J.B. Amon Kothias and D. Pauly (Eds.). The third international symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings : pp 238 - 245.
- Bello M. O., O. S. Falade, S. R. A. Adewusi & N. O. Olawore. 2008. Studies on the chemical compositions and anti nutrients of some lesser known Nigeria fruits. Afr. J. Biotechnol. 7 : 3972 - 3979.
- Boua B. B., J. A. Mamyrbekova-Bekro, B. A. Kouame & Y. A. Bekro. 2013. Criblage phytochimique et potentiel érectile de *Turraea heterophylla* de Côte d'Ivoire. J. Appl. Biosci. 68 : 5394 - 5403.
- Çek a., F. Turan & E. Atik. 2007a. Masculinization of convict cichlid (*Cichlasoma nigrofasciatum*) by immersion in *Tribulus terrestris* extract. Aquac. Int. 15 (2) 109 - 119.
- Çek, a., F. Turan & E. Atik. 2007b. The effects of gokshura, *Tribulus terrestris* on sex differentiation of guppy, *Poecilia reticulata*. Pak. J. Biol. Sci. 10 (5) : 718 - 725.
- Chakraborty S. B. & C. Hancz. 2011. Application of phytochemicals as immunostimulant, anti-pathogenic and antistress agents in finfish culture. Rev. Aquaculture. 3 : 103 - 119.
- Chakraborty S. B., P. Horn & C. Hancz. 2014. Application of phytochemicals as growth promoters and endocrine modulators in fish culture. Rev. Aquacul. 6 : 1 - 19.
- Chakraborty S. B., T. Molnár & C. Hancz. 2012. Effects of methyltestosterone, tamoxifen, genistein and *Basella alba* extract on masculinization of guppy (*Poecilia reticulata*). J. Appl. Pharm. Sci. 2 (12) : 48 - 52.
- Citarasu T. 2010. Herbalbiomedicines : A new opportunity for aquaculture industry. Aquacult. Int. 18 : 403 - 414.
- Dada A. A. & M. Ikuero. 2009. Effects of ethanolic extracts of *Garcinia kola* seeds on growth and haematology of catfish (*Clarias gariepinus*) broodstock. Afr. J. Agric. Res. 4 (4) : 344 - 347.
- De M. & S. B Chakraborty. 2016. Use of *Withania somnifera* root powder for production of monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. J. Pharm. Biol. Sci. 11 (5) : 28 - 31.
- Dhas S. A., T. Selvaraj, T. Citarasu, S. M. J. Punitha & M. M. Babu. 2015. Effect of supplemented diet with maturation plant extract on reproductive performance of *Etroplus suratensis*. Aquaculture Reports 2 : 58 - 62.

- Fallahpour F., M. Banaee & N. Javadzade. 2014. Effects of dietary marshmallow (*Althaea officinalis* L.) extract on growth performance and body composition of common carp (*Cyprinus carpio*). *Int. J. Adv. Biol. Biom. Res.* 2 (8) : 2453 - 2460.
- Flynn S. R. & T. J. Benfey. 2007. Effects of dietary estradiol-17 α in juvenile shortnose sturgeon, *Acipenser brevirostrum*, Le-sueur. *Aquaculture*. 270 : 405 - 412.
- Gabriel N. N., J. Qiang, M. D. K. pundeh & P. Xu. 2015. Use of herbal extracts in controlling reproduction in tilapia culture : Trends and prospects - A review. *Isr. J. Aquac.* 67 : 1 - 29.
- Ghosa I., D. Mukherjee, C. Hancz & S. B. Chakraborty. 2016. Production of monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* by dietary and immersion treatment with *Basella alba* leaves and *Tribulus terrestris* seeds. *Int. J. Jish. Aquat. Stud.* 4 (1) : 358 - 363.
- Guiguen Y., A. Fostier, F. Piferrer & C. F. Chang. 2010. Ovarian aromatase and estrogens : a pivotal role for gonadal sex differentiation and sex change in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.* 165 : 352 - 366.
- Gültepe N., Ü. Acar, O. S. Kesbiç, S. Yılmaz, Ö. Yıldırym & A. Türker. 2014. Effects of Dietary *Tribulus terrestris* Extract Supplementation on Growth, Feed Utilization, Hematological, Immunological, and Biochemical Variables of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Isr. J. Aquacult. Bamidgeh.* 66 : 1 - 8.
- Kaleeswaran B., Ilavenil S. & S. Ravikumar. 2011. Dietary supplementation with *Cynodon dactylon* (L.) Enhance innate immunity and disease resistance of Indian major carp, *Catla catla* (Ham). *J. Vet. Anim. Adv.* 10 (4) : 511 - 517.
- Kavitha P. & P. Subramanian., 2011. Effect of *Tribulus terrestris* on monosex production in *Poecilia latipinna*. *Curr. Sci.* 101 (1) : 100 - 104.
- Kavitha P., R. Ramesh & P. Subramanian. 2012. Histopathological changes in *Poecilia latipinna* male gonad due to *Tribulus terrestris* administration. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Anim.* 48 (5) : 306 - 312.
- Mensah E. T. D., F. K. Attipoe & M. A. Johnson. 2014. Effect of different stocking densities on growth performance and profitability of *Oreochromis niloticus* fry reared in hapa-in-pond system. *Int. J. Fish. Aquaculture.* 5 (8) : 204 - 209.
- Mukherjee D., I. Ghosal, C. Hancz & S. B. Chakraborty. 2018. Dietary Administration of Plant Extracts for Production of Monosex Tilapia: Searching A Suitable Alternative to Synthetic Steroids in Tilapia Culture. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 18 : 267 - 275.
- Ojha M. L., N. K. Chadha, V. P. Saini, S. Damroy, Chandraprakash & P. B. Sawant. 2016. Growth, Metabolism and Haematological parameters of *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) fingerlings fed with herbal supplemented diet. *Int. J. Fish. Aquat. Stud.* 4 (6) : 357 - 363.
- Pechsiri J. & A. Yakupitiyage. 2005. A comparative study of growth and feed utilization efficiency of sex reversed diploid and triploid Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquacult. Res.* 36 : 45 - 51.
- Prasad G. & S. Mukthiraj. 2011. Effect of Methanolic extract of *Andrographis paniculata* (Nees) on growth and haematology of *Oreochromis mossambicus* (Peters). *World J. Fish Marine Sci.* 3 (6) : 473 - 479.
- Rashid J. 2010. Technical and commercial aspects of monosex male Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry production in a private hatchery. Aqua-Internship Program, Asia Link Project, Faculty of Fisheries, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh (Bangladesh). 14 p.
- Sanchez J. A. O., A. C. Flores & J. R. O. Hernandez. 2009. The effect of herbal growth promoter feed additive on Shrimp performance. *Int. J. Biol. Sci.* 4 (9) : 1022 - 1024.
- Sivaram V., Babu M. M., Citarasu T., Immanuel G., Murugadass S. & Marian M.P., 2004. Growth and Immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. *Aquaculture*, 237 (4) : 9 - 20.
- Syahidah A., C. R. Saad, H. M. Daud & Y. M. Abdelhadi. 2015. Status and potential of herbal applications in aquaculture. *Iran. J. Fish. Sci.* 14 (1) 27 - 44.
- Tigoli K., M. Cissé, M. Koné, M. Ouattara, A. Ouattara & G. Gourène. 2017. Effets de l'hormone (17- α -méthyltestostérone) sur les performances zootechniques des souches « Bouaké » et « Akosombo » de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Agron. Afri.*, 29 (1) : 21-31.
- Yeganeh S., A. Sotoudehand & A. N. Movaffagh. 2017. Effects of *Tribulus Terrestris* Extract on Growth and Reproductive Performance of Male Convict Cichlid (*Cichlasoma igrofasciatum*). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 17 : 1003 - 1007.

Yété P., A. Togbé, Y. Koudoro, P. Agbangnan, V. Ndahischimiye, T. S. Djenontin, D. Wotto, E. C. Azandegbe & D. Sohounhloue. 2015. Etude comparative des Composés

phénoliques et activité antiradicalaire des extraits des Graines de *Garcinia kola* (Guttiféreae) et de *Cucumeropsis dulis* (cucurbitacées) du Bénin. Int. J. Inno. Sci. Res.15 (1) : 217 - 227.