

EFFETS DE LA FREQUENCE DE NOURRISSAGE SUR LES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES ET LE TAUX DE MASCULINISATION DES LARVES DE LA SOUCHE « BRÉSIL » DU TILAPIA DU NIL *Oreochromis niloticus* (LINNÉE, 1758) PENDANT ET APRES LE TRAITEMENT AVEC LE 17- α - METHYLTESTOSTERONE

C. ZEABIUE¹, I. N. OUATTARA¹, S. BERTE¹

¹Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Ecotechnologie des Eaux; UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire. E-mail : claverzea@gmail.com, issanahoua@yahoo.fr, bertesia@yahoo.fr

RESUME

En larviculture la survie et la croissance peuvent être influencées par divers paramètres parmi lesquels la fréquence d'alimentation. L'effet de ce paramètre sur les larves de la souche « Brésil » du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* au cours de la période de traitement (5, 6, 7 et 8 repas / jour) et post-traitement (3, 4, 5 et 6 repas / jour) avec le 17- α -méthyltestostérone a été testé. La durée de chacune des périodes a été de 21 jours. La ration quotidienne distribuée a été établie sur la base du poids moyen initial avec un taux d'alimentation de 50 % de la biomasse par jour, ce dernier a été ajusté chaque semaine en fonction de la croissance des poissons. Après les 21 jours de la période de traitement hormonale, les meilleures performances de croissance ($411,33 \pm 21,19$ mg) ont été enregistrées chez les larves nourries 6 fois par jour. Les plus fortes croissances ($1617,44 \pm 90,34$ mg) au cours de la période post-traitement ont été obtenues chez les alevins ayant reçu 5 repas par jour. Les fréquences de nourrissage de 6 et 5 repas quotidiens sont donc optimales respectivement en période de traitement et post- traitement avec le 17- α -méthyltestostérone. Concernant, le taux de masculinisation, les poissons nourris aux fréquences de 6, 7 et 8 repas par jour ont obtenues des valeurs similaires mais supérieures (p -value < 0,05) à celle de la fréquence de 5 repas par jour. Ainsi, pour obtenir un pourcentage élevé de mâle lors de l'inversion hormonale du sexe chez le tilapia du Nil en milieu d'élevage, une fréquence d'au moins 6 repas par jour est recommandée.

Mots clés : *Oreochromis niloticus*, fréquence d'alimentation, Post-traitement, larves, paramètres zootechniques

ABSTRACT

EFFECTS OF FEEDING FREQUENCY ON ZOOTECHNICAL PARAMETERS AND MASCULINIZATION RATE OF *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) «BRAZIL» STRAIN LARVAE DURING AND AFTER THE TREATMENT WITH 17-ALPHA-METHYLTESTOSTERONE

In larval culture the survival and growth can be influenced by various parameters of which the feeding frequency. The effect of this parameter on "Brazil" strain larvae of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* during (5, 6, 7 and 8 meals / day) and after (3, 4, 5 and 6 meals / day) 17- α -methyltestosterone treatment, was tested. The duration of each period was 21 days. The daily ration distributed was 50% of the biomass during the first week. It was adjusted for total biomass at the end of each control fishery. After the 21 days of the hormonal treatment period, the best growth performances (411.33 ± 21.19 mg) were recorded in the larvae fed 6 times per day. The highest growth (1617.44 ± 90.34 mg) after treatment was obtained in fry fed 5 meals per day. The feeding frequencies of 6 and 5 daily meals are therefore optimal during treatment and after-treatment with 17- α -methyltestosterone respectively. Concerning the masculinization rate, fish fed at the frequencies of 6, 7 and 8 meals per day obtained similar values but higher (p -value < 0.05) than the frequency of 5 meals per day. A feeding of at least 6 meals per day is recommended during the inversion of the sex in the larvae of the "Brazil" strain of Nile tilapia in breeding environment. Regarding the rate of masculinization,

fish fed at frequencies of 6, 7 and 8 meals per day obtained similar but higher values (p -value < 0.05) than the frequency of 5 meals per day. Thus, to obtain a high percentage of males during the hormonal inversion of sex in the Nile tilapia in the rearing environment, a frequency of at least 6 meals per day is recommended.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, feeding frequency, post-treatment, larvae, zootechnical parameters

INTRODUCTION

En larviculture, la survie et la croissance des larves peuvent être influencées par divers paramètres parmi lesquelles la densité de mise en charge (Coulibaly *et al.*, 2007 ; Pagni *et al.*, 2008), la ration alimentaire (Otémé et Gilles, 1995 ; Al-Hafedh et Ali, 2004) mais surtout la fréquence d'alimentation (Hung *et al.*, 2001; Dada *et al.*, 2002). L'influence de ce dernier paramètre sur la croissance a été étudiée chez plusieurs espèces et en particulier chez *Oreochromis niloticus* (Riche *et al.*, 2004). La fréquence d'alimentation joue un rôle déterminant dans la régulation de la prise alimentaire, la croissance ainsi que les rejets de fèces (Silva *et al.*, 2007). L'utilisation de technique de nourrissage appropriée est nécessaire afin de tirer d'une part, un avantage économique et d'autre part de maximiser l'efficacité de la conversion de l'aliment et la croissance (Guzel et Arvas, 2011). Une fréquence d'alimentation optimale, non seulement favorise de meilleures performances zootechniques mais permet aussi une réduction du coût de production (Wu *et al.*, 2004). En effet, la gestion de l'aliment est un facteur important pour l'expression du potentiel productif de l'élevage, car selon Seenapa et Devaraj (1991), en aquaculture le coût de l'aliment représente entre 50 % et 70 % du coût de production.

En Côte d'Ivoire, la production du tilapia du Nil *O. niloticus* rencontre plusieurs obstacles parmi lesquels le manque d'alevins mono-sexes mâles. Pour résoudre ce problème, l'utilisation de l'hormone 17- α -méthyltestostérone a été autorisée en 2017. En effet, l'inversion du sexe est l'une des phases les plus importantes de l'élevage rationnelle du tilapia du Nil (Meurer *et al.*, 2008). Cette exploitation de l'hormone étant au stade embryonnaire en Côte d'Ivoire, la connaissance du suivi technique des différentes étapes de l'élevage larvaire s'avère nécessaire pour assurer une bonne rentabilité de la filière piscicole. C'est dans ce contexte que la présente étude a été initiée. Elle vise à étudier l'effet de différentes fréquences d'alimentation pendant et après la période de masculinisation avec le 17- α -méthyltestostérone (MT) chez les

larves de la souche « Brésil » du tilapia du Nil *O. niloticus* élevées en happa dans les conditions d'élevage en Côte d'Ivoire.

MATERIEL ET METHODES

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Les expérimentations ont été réalisées du 03 mars au 15 Avril 2018 dans une ferme piscicole privée (Aqua-land), située entre la latitude 5°40' N et la longitude 4°6' W dans la sous-préfecture d'Azaguié à 25 km d'Abidjan (Côte d'Ivoire) sur l'axe Abidjan - Agboville. Pour la reproduction, 168 géniteurs de la souche « Brésil » du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* ont été utilisés. Une densité de 6 géniteurs / m² avec un sexe ratio de 2:1 dont 56 mâles (252 ± 16,81 g) pour 112 femelles (114,5 ± 8,58 g) ont été utilisés dans un happa de reproduction (6 x 4,7 x 1 m) installé à l'aide de bambou de Chine dans un étang de 350 m². Les happas sont confectionnés avec des filets en polyéthylène de 1 mm de vide de maille. Les larves ont été récoltées 14 jours après la mise en charge des géniteurs. Après rétrécissement des parois supérieures du happa de reproduction afin de les regrouper à la surface de l'eau, les menus fretins sont capturés à l'aide d'une épuisette de 1 mm de vide de maille. Avant la remise en charge du happa le museau de chaque femelles a été examiné afin d'en extirper les œufs non expulsés (ou non éclos). Les larves récoltées, ont été mesurées, pesées, comptées et distribuées dans 12 happas de 1m² en raison de (04) lots de 1500 poissons/m² constitués en triplicata. Chaque lot correspondant à une fréquence de nourrissage bien définie. Avant la mise en charge des happas, le poids moyen initial de chaque individu a été déterminé. Cela a consisté à prélever au hasard et peser 3 échantillons de 200 larves à l'aide d'une balance électronique de marque YP Séries et de modèle YP 3002 (précision 0,01 g ; portée 300 g) et un ichtyomètre de 50 cm de long pour la mesure de la longueur totale initiale des larves à 0,5mm près sur un échantillon de 30 larves. La biomasse des larves a été évaluée par le produit du poids moyen par 1500 (nombre de larves dans chaque happa). La biomasse initiale pour chaque lot a

été de 22,5 g. Tous les 12 happas ont été installés dans un étang de 300 m². Au total 18000 larves de poids moyen initial $15 \pm 0,2$ mg et de longueur initiale moyenne $9 \pm 0,40$ mm ont été mis en charge. L'étang expérimental est alimenté en eau par gravité à partir d'un lac de retenue d'eau. Il est doté d'un système de canalisation en polychlorure de vinyle enterré, dont l'ouverture du tuyau d'arrivée d'eau est couverte d'une toile moustiquaire de vide de maille 1 mm.

Pour la détermination du sexe ratio, 50 échantillons de chaque traitement (fréquence de nourrissage) ont été maintenus dans des happa de 10 m² de vide de maille 1mm pour le grossissement sur une période de 90 jours afin d'obtenir des poissons bien matures. Les poissons ont été nourris 3 fois par jour avec des taux de 12,37 ; 5,02 et 3,31 % de la biomasse respectivement le 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} mois du grossissement. Les happas de vide de maille 1mm ont été utilisés afin d'éviter toute intrusion d'alevins non traités dans les structures lors du grossissement.

TRAITEMENT ALIMENTAIRE ET PREPARATION DE L'ALIMENT

Pendant la période de traitement avec le 17- α -méthyltestostérone (MT), les lots expérimentaux consistaient en différentes fréquences de nourrissage notamment, 5 repas (8h, 10h, 12h, 14h et 16h) ; 6 repas (8h, 10h, 12h, 14h, 15h et 16h) ; 7 repas (8h, 10h, 11h, 12h, 14h, 15h et 16h) et 8 repas (8h, 9h, 10h, 11h, 12h, 14h, 15h et 16h) tous les jours. Ceux des traitements après la phase d'inversion du sexe ont été de : 3 repas (10h, 12h et 16h) ; 4 repas (10h, 12h, 14h et 16h) ; 5 repas (8h, 10h, 12h, 14h et 16h) et 6 repas (8h, 10h, 12h, 14h, 15h et 16h).

Les fréquences appliquées dans cette étude ont été adaptées selon les suggestions de Jauncey et Ross (1982).

Les larves ont été nourries avec un aliment commercial farineux de 0,3 à 0,5 mm de diamètre titrant 48 % de protéines contenant une dose de 60 mg de 17- α -méthyltestostérone / kg d'aliment à laquelle ont été ajoutés 100 ml d'alcool (pendant 21 jours) (Mainardes *et al.*, 2000 ; Barry *et al.*, 2007). Quant aux alevins de la période post-traitement, ils ont été nourris avec un aliment commercial en miette extrudé de 0,5 à 0,8 mm diamètre titrant également 48 % de protéines. Les aliments utilisés sont

fabriqués par la société Raanan fish feed. Le taux de rationnement journalier de 50 % de la biomasse a été établi sur la base du poids moyen initial pour tous les traitements. Ce taux a été ajusté chaque semaine en fonction de la croissance des poissons. Les poissons n'ont pas été nourris les jours de pêche de contrôle.

SUIVI DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DU MILIEU D'ELEVAGE

Au cours de l'expérimentation, la température, l'oxygène dissous, le pH et la transparence de l'eau ont été mesurés *in situ* trois fois par semaine et deux fois par jour, entre 6 h30 -7h 00 et entre 15 h 30 -16 h 00. Pour ce faire, après la mise sous tension de l'oxymètre de modèle OXYGUAR, marque Handy polaris, la sonde a été plongée dans l'eau de chaque happa afin de relever les valeurs de l'oxygène dissous et de la température. Quant aux valeurs de pH, le pH-mètre de modèle WTW et de marque pH 330 a été mis sous tension puis la sonde plongée dans l'eau du happa recueillie dans un récipient. La transparence a été mesurée au moyen d'un disque de Secchi de 30 cm de diamètre.

CALCULS ET EVALUATION DES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES

Des pêches de contrôle hebdomadaires de la croissance pondérale ont été effectuées sur un échantillon de 10 % de la population de chaque happa capturée au hasard. Au cours de ces pêches, le poids de l'ensemble des individus de chaque Happa a été déterminé au gramme près. Les Données obtenues ont permis de réajuster la ration alimentaire de la semaine. A l'issue des 21 jours d'élevage pour chaque traitement, les poissons de chaque happa ont été comptés. Ensuite, 30 individus de chaque traitement choisis au hasard ont fait l'objet de mesure de la longueur totale (au mm près) et pesés individuel (au gramme près) (Tigoli *et al.*, 2017). Après les 90 jours de grossissement les individus de chaque traitement ont atteint un poids moyen individuel de $96,4 \pm 2,6$ g. Ces poissons matures et facilement identifiables ont été sexés manuellement de façon macroscopique. A partir de ces données, différents paramètres zootechniques à savoir le poids final, le gain de poids moyen, le gain moyen quotidien, le quotient nutritif, le facteur de condition et le taux de survie ont été calculés (Tableau 1) et le sexe ration ont été évalués.

Tableau 1 : Formules utilisées pour le calcul des paramètres zootechniques.*Formulas used to calculate zootechnical parameters.*

Paramètres	Formules
Taux de survie (TS) (%)	(Nombre de poissons final / Nombre de poissons initial) x 100
le gain moyen quotidien (GMQ) (mg/j)	Gain de poids (mg) / Durée du traitement (jour)
Facteur de condition (K) (%)	[Poids de poisson (mg) / Longueur totale ³ (mm)] x 100
Coefficient de variation (CV) (%)	100 x (écart type de la moyenne de la longueur) / (la moyenne de la longueur).
Quotient nutritif (Qn)	Quantité d'aliment sec distribuée / Gain de poids frais

ANALYSE STATISTIQUE

Les résultats sont présentés sous la forme de moyennes \pm écart-type. Le sexe ratio et les paramètres zootechniques que sont le poids moyen final, la longueur totale moyenne finale, le gain de poids journalier, le quotient nutritif et le facteur de condition et les paramètres physico-chimiques ont été soumis à l'analyse de variance à un critère (ANOVA 1). Ce test a été suivi de celui des comparaisons multiples des moyennes de Tukey pour les paramètres présentant une différence significative (p -value < 0,05) afin d'identifier des différences spécifiques entre les lots pris deux à deux. Quant au taux de survie et du coefficient de variation de la longueur ils ont été soumis à un Test du Chi-Carré. Ces analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel STATISTICA 7. 1.

RESULTATS

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DU MILIEU D'ELEVAGE

Les valeurs moyennes des paramètres physico-

chimiques de l'eau des happas pendant la période expérimentale sont présentées dans le tableau 2. La température moyenne enregistrée dans les différents happas est comprise entre 30,96 °C (Fréq8) et 31,93 °C (Fréq5) pour l'essai 1 et varie de 29,65 à 30,45°C respectivement pour les Fréq3 et Fréq5 pour l'essai 2. Quant à la concentration d'oxygène dissous relevée dans les happas, la valeur la plus élevée (5,96 mg/l et 5,4 mg/l) à la Fréq7 et Fréq4 et la plus faible (4,28 mg/l et 4,22mg/l) à la Fréq6 pour les deux essais. La valeur moyenne de la transparence a été minimale (30,85 cm) à la Fréq7 et maximale (31,85 cm) aux Fréq 5 et 6 lors de l'essai 1. La valeur minimale (30,6 cm) et maximale (31,75 cm) lors de l'essai 2 ont été observées à la Fréq5 et Fréq3. Les valeurs moyennes de pH obtenues ont varié de 7,73 (Fréq6) à 7,81 (Fréq8) au cours de l'essai 1 et de 7,45 à 7,82 aux Fréq 4 et 6 pendant l'essai 2. Toutefois, l'analyse statistique des résultats montre qu'il n'existe pas de différence significative (Anova ; p -value > 0,05) entre les variables abiotiques d'une structure à une autre. Aucune différence significative (ANOVA, p > 0,05) n'a été observée entre ces valeurs.

Tableau 2 : Valeurs moyennes \pm Ecart types des paramètres physico-chimiques de l'eau des happas au cours de l'élevage larvaire de la souche " Brésil " du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* en fonction des fréquences (Fréq3- Fréq 8) de nourrissage : Période de traitement avec le 17- α -méthyltestostérone (MT) et période post-traitement (post-MT). Les valeurs présentant la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes (Anova, $p > 0,05$).

*Mean values \pm Standard deviations of the physico-chemical parameters of hapas water during larval rearing of the " Brazil " strain of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* as a function of frequencies (Fréq3- Fréq 8) feeding: Period of treatment with 17- α -methyltestosterone (MT) and post-treatment period (post MT). Values with the same superscript letter are not significantly different (Anova, $p > 0.05$).*

Paramètres	Fréquence de nourrissage							
	Période MT				Période Post-MT			
	Fréq5	Fréq6	Fréq7	Fréq8	Fréq3	Fréq4	Fréq5	Fréq6
Température, °C	31,93 ^a	31,49 ^a	31,24 ^a	30,96 ^a	29,65 ^a	30,17 ^a	30,45 ^a	30,3 ^a
Ecart type	($\pm 2,76$)	($\pm 2,67$)	($\pm 3,19$)	($\pm 3,39$)	($\pm 0,34$)	($\pm 2,15$)	($\pm 1,97$)	($\pm 1,87$)
Oxygène dissous, mg/L	5,00 ^a	4,28 ^a	5,96 ^a	5,69 ^a	5 ^a	5,4 ^a	4,95 ^a	4,22 ^a
Ecart type	($\pm 1,56$)	($\pm 1,69$)	($\pm 1,78$)	($\pm 1,73$)	($\pm 1,32$)	($\pm 1,05$)	($\pm 1,81$)	($\pm 2,07$)
pH	7,75 ^a	7,73 ^a	7,75 ^a	7,81 ^a	7,75 ^a	7,45 ^a	7,67 ^a	7,82 ^a
Ecart type	($\pm 0,26$)	($\pm 0,25$)	($\pm 0,24$)	($\pm 0,28$)	($\pm 0,53$)	($\pm 0,36$)	($\pm 0,47$)	($\pm 0,37$)
Transparence, cm	31,85 ^a	31,71 ^a	30,85 ^a	31,25 ^a	31,75 ^a	31 ^a	30,6 ^a	31,2 ^a
Ecart type	($\pm 1,34$)	($\pm 1,97$)	($\pm 1,57$)	($\pm 1,16$)	($\pm 0,95$)	($\pm 2,16$)	($\pm 2,30$)	($\pm 1,92$)

EFFET DE LA FREQUENCE DE NOURRIS- SAGE SUR LES PARAMETRES ZOOT- ECHNIQUES PENDANT (MT) ET APRES (POST-MT)

Paramètres zootechniques

Evolution du poids moyen hebdomadaire

La figure 1 (a et b) montre les profils du poids moyen des larves en fonction des fréquences d'alimentation des lots expérimentaux au cours des 21 jours de la période de réversion sexuelle et la période post-réversion. Au cours de la période de traitement avec le 17- α -méthyltestostérone, l'évolution des poids moyens est similaire pour toutes les fréquences d'alimentation lors des 7 premiers jours. Cependant, à partir du 14^{ème} jour jusqu'à la fin du traitement hormonal, le poids moyen de la fréquence de 6 repas est distincte de celle des autres

fréquences (5, 7 et 8). Le meilleur poids moyen a été obtenu chez les larves recevant 6 repas par jour, suivi de 7, 8 et 5 repas par jour. L'analyse de variance à un facteur (ANOVA) montre une différence significative (p -value $< 0,05$) au niveau du poids moyen des larves à partir du 14^{ème} jour jusqu'à la fin de l'expérience.

En ce qui concerne la période post-traitement, les courbes de croissance présentent sensiblement la même évolution lors de la première semaine. Par contre, au cours de la semaine 2, les courbes des fréquences 3, 4 et 5 repas sont confondues toutefois, celle de la fréquence 6 repas par jour se distingue des autres. Après le 14^{ème} jour, les poids moyens des fréquences 4 et 5 ont une évolution similaire et distincte de celle des fréquences 3 et 6. Aucun effet significatif (Anova ; p -value $> 0,05$) de la fréquence d'alimentation n'a été observé au niveau des poids moyens finaux enregistrés à la fin des 21 jours d'essai.

uu

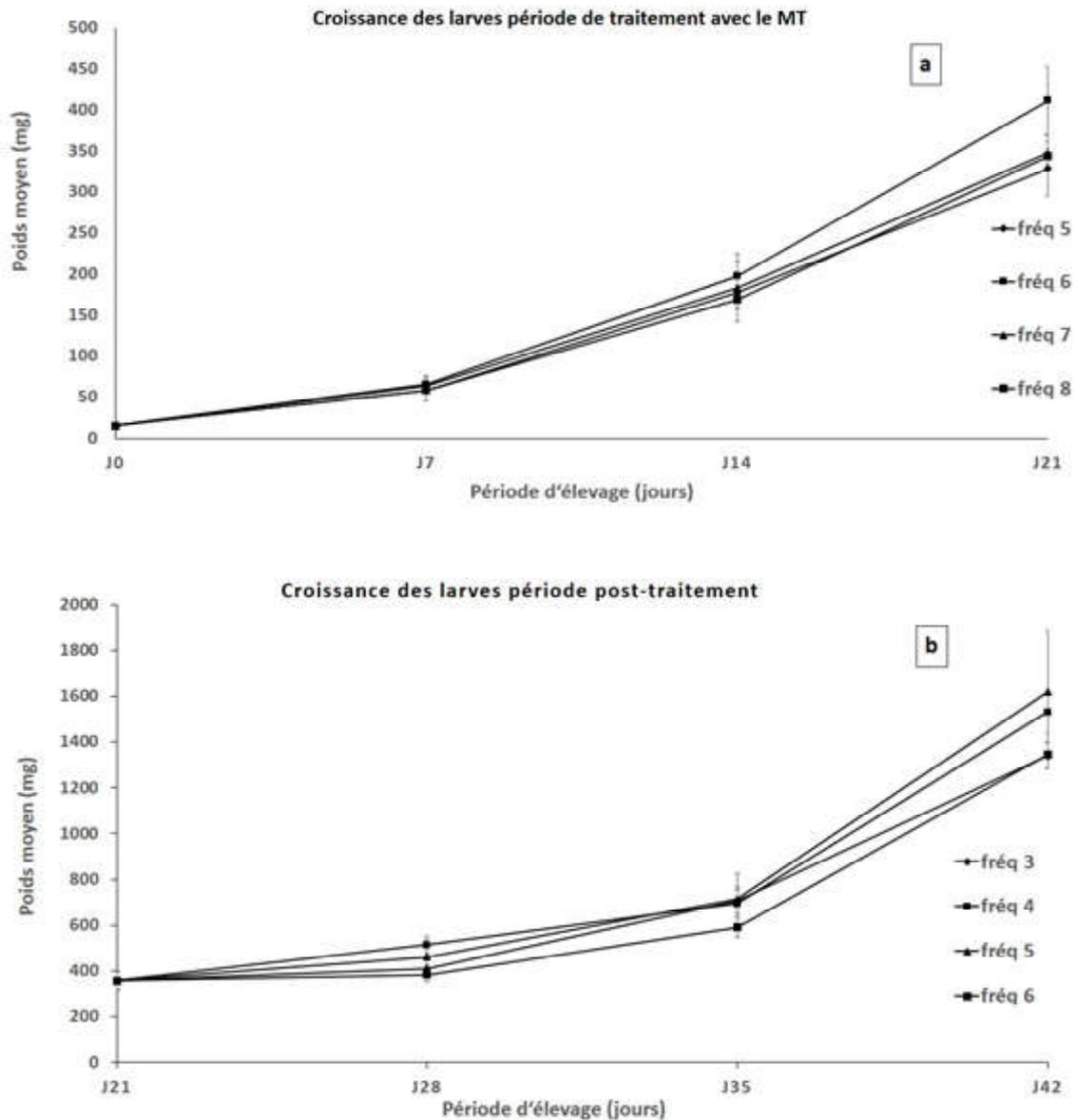


Figure 1 (a et b) : Evolution des poids moyens hebdomadaires des larves de la souche "Brésil" du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* en fonction des fréquences de nourrissage pendant la période de traitement avec le 17- α -méthyltestostérone : Fréq5 : 5 repas/j ; Fréq6 : 6 repas/j ; Fréq7 : 7 repas/j ; Fréq8 : 8 repas/j et post-traitement : Fréq3 : 3 repas /j ; Fréq4 : 4 repas/j ; Fréq5 : 5 repas/j et Fréq6 : 6 repas/j, (barre verticale = écart type).

Evolution of average weights of Nile tilapia larvae of the "Brazil" strain of Oreochromis niloticus as a function of the feeding frequencies during the treatment period with 17- α -methyltestosterone : Freq 5: 5 meals / day; Freq 6: 6 meals / day; Freq 7: 7 meals / day; Frequency 8: 8 meals / day and post-treatment: Freq 3: 3 meals / day; Freq 4: 4 meals / day; Freq 5: 5 meals / day and Fréq 6: 6 meals / day., (vertical bar = standard deviation).

Taux de survie, poids moyen final, gain de moyen journalier, facteur de condition, quotient nutritif et coefficient de variation de la longueur

Les données relatives aux paramètres de survie, de croissance et de transformation de l'aliment des larves du tilapia du Nil *O. niloticus* soumises à différentes fréquences d'alimentation pendant et après la période de réversion sexuelle sont résumées dans le tableau 3.

Au cours de la période de traitement avec le 17- α -méthyltestostérone, les valeurs moyennes du taux de survie enregistrées sont de $95,64 \pm 2,67$; $93,26 \pm 2,21$; $95,24 \pm 1,66$ et $97,06 \pm 2,11$ % respectivement pour les fréquences de 5 ; 6 ; 7 et 8 repas par jour. Les valeurs du taux de survie obtenues ne présentent aucune de différence significative (Chi^2 ; $p\text{-value} > 0,05$) d'une fréquence à une autre. Concernant la croissance, les poids moyens finaux (Pmf) atteints par les larves soumises aux différentes fréquences d'alimentation ont été de $328 \pm 8,71$, $411,33 \pm 21,19$, $365 \pm 42,29$ et $343,33 \pm 33$ mg respectivement pour les fréquences de 5, 6, 7 et 8 repas par jour. La valeur, la plus faible et la plus élevée ont été observées respectivement chez les larves nourries cinq (05) fois par jour et six (06) par jour. L'analyse de variance à un facteur effectuée montre une différence significative ($p\text{-value} < 0,05$) entre les poids finaux en fonction des fréquences de nourrissage. Les valeurs du gain moyen journalier (GMJ) enregistrées aux fréquences de nourrissage 5, 6, 7 et 8 ont été respectivement de $14,9 \pm 0,42$, $18,86 \pm 1,03$, $16,66 \pm 2,01$ et $15,53 \pm 1,56$ mg/j. Les valeurs du facteur de condition (K) enregistrées pour les fréquences 5 ; 6 ; 7 et 8 repas par jour sont respectivement de $1,49 \pm 0,1$; $1,47 \pm 0,09$; $1,48 \pm 0,04$ et $1,52 \pm 0,02$. L'analyse de variance à un facteur effectuée ne montre pas de différence significative ($p\text{-value} > 0,05$) entre les différentes fréquences d'alimentation. Les valeurs du quotient nutritif (Qn) $1,17 \pm 0,03$; $0,92 \pm 0,05$; $1,06 \pm 0,13$ et $1,12 \pm 0,11$ ont été respectivement obtenues par les lots expérimentaux alimentés aux fréquences 5 ; 6 ; 7 et 8 repas par jour. Les

coefficients de variation de la longueur obtenus sont $4,97 \pm 2,28$; $10,39 \pm 5,73$; $6,31 \pm 3,45$ et $6,32 \pm 2,53$ % respectivement pour les fréquences de 5 ; 6 ; 7 et 8 alimentations par jour. La plus forte valeur de ce paramètre est enregistrée chez les individus nourris à la fréquence 6 et la plus faible valeur à la fréquence de 5 repas par jour.

Au cours de la période post-traitement, Les valeurs du taux de survie enregistrées sont de $91,06 \pm 1,08$; $81,55 \pm 3,4$; $85,2 \pm 7,5$ et $87,01 \pm 1,49$ %, respectivement pour les lots ayant reçu 3 ; 4 ; 5 et 6 repas par jour. Aucune différence significative (Chi^2 ; $p\text{-value} > 0,05$) n'a été observée entre les valeurs du taux de survie d'une fréquence à une autre. Les valeurs du poids moyen final enregistrées au cours de cette période sont de $1339 \pm 57,75$; $1583,88 \pm 256,59$; $1617,44 \pm 90,34$ et $1344 \pm 56,83$ mg respectivement pour les fréquences de 3 ; 4 ; 5 et 6 repas par jour. En ce qui concerne le gain moyen journalier, les valeurs obtenues par les fréquences de 3 ; 4 ; 5 et 6 repas par jour sont respectivement de $50,12 \pm 3,38$; $58 \pm 12,23$; $61,19 \pm 5,5$ et $51,04 \pm 4,24$ mg. Les valeurs du facteur de condition enregistrés sont de $1,61 \pm 0,01$; $1,59 \pm 0,00$; $1,59 \pm 0,02$ et $1,56 \pm 0,02$ respectivement pour fréquences de 3 ; 4 ; 5 et 6 repas par jour. La valeur la plus élevée a été notée pour 3 repas par jour et la plus faible pour 6 repas par jour. Toutefois l'analyse de variance à un facteur ne montre aucune différence significative (ANOVA, $p\text{-value} > 0,05$) entre les quatre traitements. Les alevins astreints aux fréquences de 3 ; 4 ; 5 et 6 alimentation par jour se sont caractérisés par des quotients nutritifs respectifs de $2,79 \pm 0,18$; $2,48 \pm 0,53$; $2,29 \pm 0,19$ et $2,75 \pm 0,24$. Aucune différence statistique n'a été observée entre ces valeurs. Les valeurs du coefficient de variation de la longueur observées sont de 9,19 ; 9,52 ; 6,56 et 7,22 % respectivement pour les fréquences de 3, 4, 5 et 6 repas par jour. Le coefficient le plus faible est enregistré par la fréquence de 5 repas par jour et le plus élevé à la fréquence 4. Toutefois, cette différence n'est pas statistiquement significative (Anova, $p\text{-value} > 0,05$).

Tableau 3 : Paramètres des performances zootechniques des larves de la souche "Brésil" du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* au cours de l'élevage larvaire en fonction des fréquences de nourrissage. Période de traitement avec le 17-à-méthyltestostérone (MT) : Fréq 5 : 5 repas/j ; Fréq 6 : 6 repas/j ; Fréq 7 : 7 repas/j ; Fréq 8 : 8 repas/j et post-traitement : Fréq 3 : 3 repas/j ; Fréq 4 : 4 repas/j ; Fréq 5 : 5 repas/j et Fréq 6 : 6 repas/j.

Parameters of zootechnical performance of larvae of the "Brazil" strain of Oreochromis niloticus during larval rearing according to feeding frequencies. Period of treatment with 17-à-methyltestosterone (MT): Fréq 5: 5 meals / day; Fréq 6: 6 meals / day; Fréq 7: 7 meals / day; Frequency 8: 8 meals / day and post-treatment: Fréq 3: 3 meals / day; Fréq 4: 4 meals / day; Fréq 5: 5 meals / day and Fréq 6: 6 meals / day.

Les valeurs partageant au moins une lettre en commun sur chaque ligne dans le tableau ne sont pas significativement différentes (p -value > 0,05)

Values sharing at least one letter in common on each row in the table are not significantly different (p -value > 0.05).

Paramètres	Fréquence de nourrissage						Période post-MT									
	Période MT			Fréq 3			Fréq 4			Fréq 5			Fréq 6			
	Fréq 5	Fréq 6	Fréq 7	Fréq 8	Fréq 3	Fréq 4	Fréq 5	Fréq 6	Fréq 3	Fréq 4	Fréq 5	Fréq 6	Fréq 3	Fréq 4	Fréq 5	Fréq 6
Taux de survie (%)	95,64 ^a ± 2,67	93,26 ^a ± 2,21	95,24 ^a ± 1,66	97,06 ^a ± 2,11	91,06 ^a ± 1,08	81,55 ^a ± 3,40	85,20 ^a ± 7,50	87,01 ^a ± 1,49								
Longueur totale moyenne initiale (mm)	9 ± 0,40	9 ± 0,40	9 ± 0,40	9 ± 0,40	28,43 ± 0,98	28,43 ± 0,98	28,43 ± 0,98	28,43 ± 0,98								
Poids moyen initial (mg)	15 ± 0,2	15 ± 0,2	15 ± 0,2	15 ± 0,2	357,54 ± 36,82	357,54 ± 36,82	357,54 ± 36,82	357,54 ± 36,82								
Longueur totale moyenne finale (mm)	27,80 ^b ± 1,15	29,73 ^a ± 1,65	28,63 ^a ± 1,20	27,55 ^a ± 1,60	43,19 ^a ± 0,75	45,70 ^a ± 2,10	46,46 ^a ± 0,95	45,10 ^b ± 2,14								
Poids final (mg)	328 ^b ± 8,71	411,33 ^a ± 21,19	365 ^{ab} ± 42,29	343,33 ^{ab} ± 33	1339 ^a ± 57,75	1583,88 ^a ± 267,59	1617,44 ^a ± 90,34	1244 ^a ± 56,83								
Gain de poids (mg)	313 ^b ± 8,78	396,33 ^a ± 21,69	350 ^{ab} ± 41,94	328,33 ^{ab} ± 32,75	1052,66 ^a ± 69,04	1218,11 ^a ± 256,84	1285,11 ^a ± 115,50	1071,99 ^a ± 89,09								
Gain de poids journalier (mg/l)	14,90 ^b ± 0,42	18,86 ^a ± 1,03	16,66 ^{ab} ± 2,01	15,63 ^{ab} ± 1,56	50,12 ^a ± 3,28	58,00 ^a ± 12,23	61,19 ^a ± 5,50	51,04 ^b ± 4,24								
Facteur de condition	1,49 ^a ± 0,10	1,47 ^a ± 0,09	1,48 [±] 0,04	1,52 ^a ± 0,02	1,61 ^a ± 0,01	1,59 ^a ± 0,00	1,59 ^a ± 0,02	1,56 ^a ± 0,02								
Quotidien nutritif	1,17 ^a ± 0,03	0,92 ^a ± 0,05	1,06 ^a ± 0,13	1,12 ^a ± 0,11	2,79 ± 0,18	2,48 ^a ± 0,53	2,29 ^a ± 0,19	2,75 ^a ± 0,24								
Coefficient de variation (%)	4,97 ± 2,28	10,93 ± 5,73	6,31 ± 3,45	6,32 ± 2,53	9,52 ± 2,75	9,19 ± 4,34	6,56 ± 0,34	7,22 ± 1,91								

Taux d'inversion sexuel

La figure 2 présente les valeurs moyennes du sex-ratio obtenues par les larves de la souche Brésil du tilapia du Nil soumis à différentes fréquences d'alimentation par jour lors de la période de masculinisation. La fréquence d'alimentation a

significativement (Anova ; p -value < 0,05) affecté le taux de masculinisation des poissons dans tous les traitements alimentaires. Toutefois, les fréquences de 8 ; 7 et 6 nourrissage ont enregistré des valeurs similaires mais significativement (p -value < 0,05) plus élevées que ceux obtenues par la fréquence de 5 repas par jour.

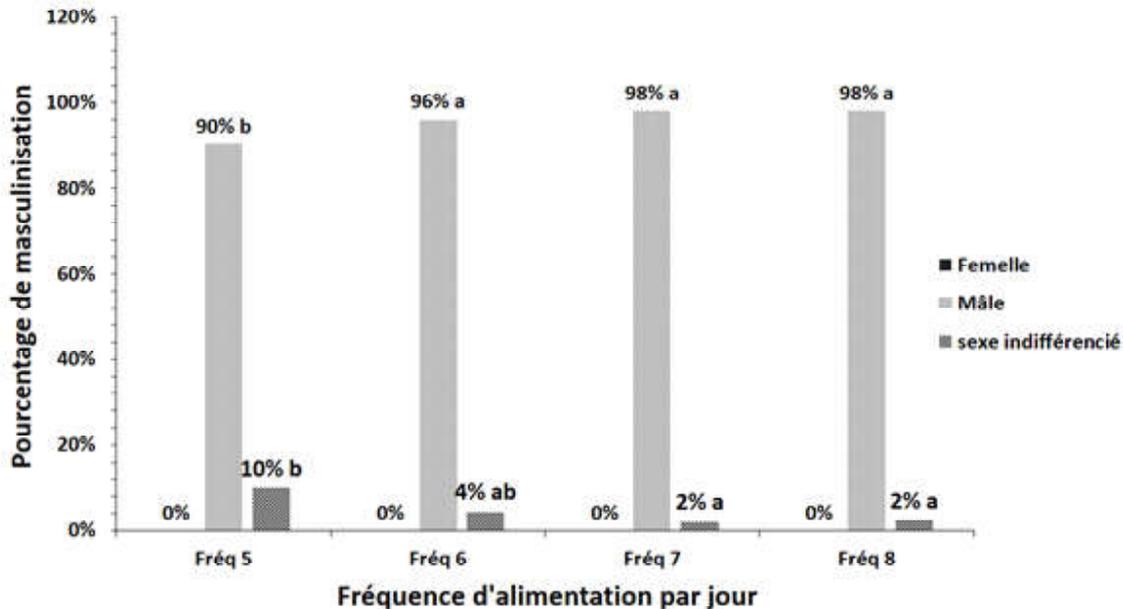


Figure 2 : valeurs moyennes du taux d'individu femelle, mâle et intersexué en fonction de la fréquence de nourrissage chez les larves de la souche Brésil du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*.

DISCUSSION

Les valeurs de la température, du taux d'oxygène dissous du pH et de la transparence ont faiblement variées d'un traitement à un autre. Toutefois, ces paramètres physico-chimiques se situent dans les intervalles recommandés pour l'élevage du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (El-sayed, 2006).

La croissance des larves du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* pendant et après le traitement hormonale a été influencé par la fréquence de nourrissage. Les meilleurs paramètres de croissance au cours des deux périodes de traitement ont été observés respectivement aux fréquences de 6 et 5 repas par jour. Cela suggère que l'ingestion de façon continue de petites quantités d'aliment dans la journée a un effet favorable sur la croissance chez les alevins du tilapia du Nil *O. niloticus*. Ainsi, la fraction d'aliment a donné aux premiers stades de développement de cette espèce devrait être réduite au minimum. Ce niveau

minimal correspond à 6 repas par jour pendant la période de la masculinisation dans la présente étude.

En effet, pendant cette période le test HSD de Tukey réalisé scinde les fréquences de nourrissage en trois groupes. La fréquence de 6 repas par jour qui a procurée les performances de croissance significativement (p -value < 0,05) plus élevées que ceux des fréquences de 7 et 8 repas par jour. La fréquence de 5 repas par jour a induit chez les larves la plus faible valeur des paramètres de croissance. Les résultats trouvés dans la présente étude ne concordent pas avec ceux rapportés par Sanchez et Hayashi (2001). Ces auteurs ont montré par le test de Tukey que deux traitements alimentaires fournissaient les performances les plus faibles, tandis que les autres fréquences (3, 4, 5 et 6) présentaient des performances similaires. Toutefois, ces auteurs finissent par conclure par la méthode de la régression linéaire que les fréquences de 4 et 5 repas par jour ont donné les meilleures valeurs des différents paramètres de croissances. Les résultats de la présente étude

ne concordent pas également avec ceux obtenus par Meurer *et al.* (2012). Ces derniers n'observent aucune différence significative (p -value > 0,05) entre les performances de croissance obtenues chez les larves du tilapia du Nil *O. niloticus* (Pmi : $8,97 \pm 2,15$ mg) nourris aux fréquences de (2, 3, 4 et 5) repas par jour, mais celles-ci ont été significativement (p -value < 0,05) plus élevées que celle de la fréquence de 1 repas par jour. Ces auteurs enregistrent des valeurs similaires des performances les plus élevées aux fréquences de 2 et 5 repas par jour. La différence entre les résultats des performances de croissance obtenus dans la présente étude et ceux trouvés par Meurer *et al.* (2012), peut s'expliquer par la différence des conditions environnementales et des structures d'élevage utilisées lors des expériences. Dans l'étude présente les larves ont été mis en charge dans des happas de 1 mm de vide de maille implanté dans un étang en terre. Dans l'étude de Meurer *et al.* (2012), un système fermé avec des réservoirs en béton a été nécessaire à la réalisation de l'essai. Contrairement aux happas ou les alevins n'ont pas la possibilité d'accéder au reste de la nourriture, les poissons élevés dans les réservoirs ont eu la possibilité s'accéder aux restes d'aliments avant tout entretien de la structure. Ceci justifierait, les valeurs identiques de performances enregistrées par la fréquence de 2 et 5 repas par jour observés par ces auteurs.

Les fréquences d'alimentation testées lors de la période de la post masculinisation n'ont pas significativement (p -value > 0,05) influencé les paramètres zootechniques des alevins lors des différents traitements. Cependant, les valeurs les plus élevées de ces paramètres ont été enregistrées respectivement aux fréquences de 4 et 5 repas par jour. Les fréquences de 3 et 6 repas par jour ont obtenues des valeurs similaires de ces paramètres. Des résultats similaires ont été rapportés par Daudpota *et al.* (2016), qui ont testé l'effet de 4 fréquences d'alimentation (2, 3, 4 et 5 repas par jour) sur des juvéniles du tilapia du Nil *O. niloticus*, de poids moyen initial 1 g. Ces auteurs ont conclu que les juvénile du tilapia du Nil *O. niloticus* passant de 1 à 5,8 g ont besoin d'une fréquence de 4 ou 5 repas par jours pour obtenir les meilleures performances zootechniques. En effet, pour ces derniers une alimentation au-dessus de 4 repas par jour dépasserait le niveau de satiété des juvéniles de cette espèce, ce qui aurait pour conséquence des pertes d'aliment.

Dans l'étude présente, la quantité de nourriture par jour était identique pour les différents traitements, seul le nombre de repas par jour a différé. Cependant, lors de cette étude une amélioration des performances de la croissance et du taux de conversion de l'aliment liée à l'augmentation de la fréquence de nourrissage jusqu'à un niveau optimum ou la croissance devient stable a été observé. Des résultats similaires ont été mentionnés par Jobling (1983) et Cowey (1992), ces derniers signale un accroissement de la croissance de l'omble chevalier lié à une augmentation de la fréquence de nourrissage de 1 à 2 repas par jour. En outre, les résultats de la présente étude démontrent que la fréquence d'alimentation varie en fonction du stade de développement des poissons. Des observations similaires ont été signalées par Company *et al.* (1999) ; Lee *et al.* (2000). Pour ces auteurs, en plus du stade de développement des poissons, une fréquence d'alimentation appropriée pour une croissance maximale du poisson peut varier en fonction de l'espèce, des protéines et du contenu énergétique de l'aliment.

Les valeurs du quotient nutritif enregistrées lors de cette étude n'ont pas été influencées par les fréquences d'alimentation. Toutefois, ces valeurs sont inférieures à 3,5. En effet, selon Morissens *et al.* (1987), un quotient nutritif supérieur à 3,5 est considéré comme mauvais. Les valeurs obtenues dans la présente étude traduisent la bonne qualité de l'aliment distribué, une bonne fréquence de nourrissage ou l'ingestion quasi totale de l'aliment distribué. Dans cette étude, les faibles valeurs du quotient nutritif sont liées aux fréquences de nourrissage qui ont données les meilleures performances de croissance. Ainsi, les résultats de la présente étude montrent que la fréquence de six (6) repas par jour donne la plus forte croissance et le plus faible indice de consommation pendant la phase de traitement hormonale et de cinq (5) repas par jour après la phase de traitement hormonale. Ces résultats sont conformes à celles de Riche *et al.* (2004) qui ont observé une relation positive entre la croissance et la fréquence d'alimentation.

En ce concerne le coefficient de variation de la longueur, les valeurs enregistrées à la fin de cette étude oscille entre 6 et 10 %. La valeur la plus élevée $9,52 \pm 4,34$ % et la plus faible $6,56 \pm 0,34$ % sont enregistrées respectivement chez les alevins alimentés 3 fois et 5 fois par jour. En effet, l'augmentation de la valeur de ce paramètre dans un échantillon donné, traduit une

hétérogénéité au sein de cet échantillon. Plusieurs auteurs ont lié l'hétérogénéité des individus étudiés à une augmentation de la densité. Cependant, selon Azaza *et al.* (2013), d'autres paramètres tel que la ration alimentaire, le mode de nourrissage, la fréquence d'alimentation, peuvent également induire une hétérogénéité des poissons en milieu d'élevage intensif. Ainsi dans la présente étude, une hétérogénéité chez les alevins en fonction des fréquences de nourrissage a été constatée. La valeur initiale du coefficient de variation dans cette étude était de 4,44 %. La fréquence 5 à la valeur la plus faible de ce paramètre ($6,56 \pm 0,34$ %) ce qui traduit l'homogénéité des alevins nourris à cette fréquence. Quant à la valeur la plus élevée $9,52 \pm 4,34$ %, elle traduit l'hétérogénéité des alevins qui ont été nourris 3 fois par jour. Cette observation est étayée par Damsgård et Huntingford (2012). Selon ces auteurs, une faible fréquence d'alimentation peut entraîner une augmentation de la compétition intra-spécifique qui entraîne une consommation accrue d'énergie par les individus les plus dominants. Cette dépense d'énergie pour avoir accès à l'aliment peut diminuer considérablement l'efficacité de la conversion de l'aliment et donc augmenter l'hétérogénéité des poissons en élevage.

Concernant, l'effet de la fréquence de nourrissage sur le taux de masculinisation, les fréquences de 6 ; 7 et 8 repas par jour ont enregistré des taux de masculinisation significative plus élevés (p -value < 0,05) que ceux obtenus par les sujets alimentés à la fréquence de 5 repas par jour. Cependant, le taux d'individus intersexués enregistré lors de cette étude a été significative plus élevé (p -value < 0,05) avec la fréquence de 5 repas par jour. Des résultats similaires à celle de l'étude présente ont été obtenus par Meurer *et al.* (2012). Ces auteurs ont observé des taux de masculinisations croissantes et une réduction du nombre d'individus intersexués liés à une augmentation de la fréquence de nourrissage. Des résultats similaires ont été également signalés par Carvalho et Foresti (1996). Ces derniers confirment l'efficacité des traitements alimentaires (17- α -méthyltestostérone) liés à une augmentation du nombre de repas par jour. Bombardelli et Hayashi (2005 a) ont constaté également une relation inverse entre l'apparition d'individus mâles et d'individus intersexués liée à la variation de la fréquence d'alimentation. En effet, selon Meurer *et al.* (2012), une fréquence d'alimentation plus élevée lors de la période de

l'inversion du sexe chez le tilapia du Nil *O. niloticus* induit un taux élevé de mâles. Ce fait, justifierait les forts taux de masculinisation obtenus dans la présente étude. En effet, selon Richard *et al.* (1999) le 17- α -méthyltestostérone est rapidement métabolisé et excrétée par les alevins lors du traitement hormonal. Ainsi, un apport plus fréquent de l'hormone le 17- α -méthyltestostérone, dans le processus sanguin par une augmentation de la fréquence de nourrissage favoriserait l'obtention d'un pourcentage plus élevé de mâle phénotypique lors de l'inversion du sexe chez le tilapia du Nil *O. niloticus*.

CONCLUSION

A l'issue de cette étude, il convient de retenir que la fréquence de nourrissage a un effet sur les paramètres de croissances chez les larves et alevins de *O. niloticus*. Au cours de la période de traitement avec le 17- α -méthyltestostérone, la fréquence de six (6) repas quotidiens a permis d'obtenir les meilleures performances de croissance et un bon taux de survie. Quant à la fréquence d'alimentation pendant la période post-MT, les meilleurs résultats ont été obtenus chez les alevins alimentés cinq (5) fois par jour. Les fréquences de nourrissage de six (6) et cinq (5) repas quotidiens semblent donc optimales respectivement en élevage larvaire et pré-alevinage chez la souche « Brésil » du tilapia du Nil *O. niloticus* en happa implanté dans un étang en terre. Tout comme les paramètres zootechniques, le sexe ratio des poissons a été également affecté par les fréquences de nourrissage employées dans cette étude. Une fréquence d'au moins 6 repas par jour est recommandée lors de l'inversion hormonale du sexe chez le tilapia en milieu d'élevage.

REFERENCES

- Al-Hafedh Y. S. and S. A. Ali. 2004. Effects of feeding survival, cannibalism, growth and feed conversion of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) in concrete tanks. *Journal of Applied Ichthyology* 20 (3), 225 - 227.
- Azaza M. S., A. Assad, W. Maghrbi and M. El-Cafsi. 2013. Les effets de la densité d'élevage sur la croissance, l'hétérogénéité de la taille et la variation interindividuelle de la consommation alimentaire chez le mâle du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*

- L. *animal*, 7 (11), 1865 - b1874.
- Barry T. P., A. Marwah and P. Marwah. 2007. Stability of 17 α -methyltestosterone in fish feed. *Aquaculture*, 271 (1- 4), 523 - 529.
- Bombardelli R. A. and C. Hayashi. 2005. Masculinization of larvae of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) by immersion baths with alpha-methyltestosterone. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34 (2), 365 - 372.
- Carvalho E. D. and F. Foresti. 1996. Reversão de sexo em tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* induzida por 17- α -metiltestosterona: proporção de sexo e histologia das gônadas. *Braz. J. Biol.*, 56, 249 - 262.
- Company R., J. A. Calduch-Giner, S. Kaushik and J. Pérez-Sánchez. 1999. Growth performance and adiposity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): risks and benefits of high energy diets. *Aquaculture*, 171 (3-4) : 279 - 292.
- Coulibaly A., I. N. Ouattara., T. Koné, V. N'Douba, J. Snoeks, G. Gooré-Bi and E. P. Kouamelan. 2007. First results of floating cage culture of the African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: Effect of stocking density on survival and growth rates. *Aquaculture*, 263 (1-4) : 61 - 67.
- Cowey C. B. 1992. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture*, 100 (1-3) : 177 - 189.
- Damsgård B. and F. Huntingford. 2012. *Fighting and aggression*. Wiley-Blackwell West Sussex, UK. pp. 248 - 285. Et
- Daudpota A. M., G. Abbas, I. B. Kalhor, S. S. A. Shah, H. Kalhor, M. Hafeez-ur-Rehman and A. Ghaffar. 2016. Effect of feeding frequency on growth performance, feed utilization and body composition of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) reared in low salinity water. *Pakistan Journal of Zoology*, 48 (1).
- El-sayed A. M. 2006. Tilapia culture. Oxford: CABI Publishing, 277 p.
- Guzel S. and A. Arvas. 2011. Effects of different feeding strategies on the growth of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *African Journal of Biotechnology*, 10 (25): 5048 - 5052.
- Hung L. T., N. A. Tuan and J. Lazard. 2001. Effects of frequency and time of feeding on growth and feed utilization in two Asian catfishes, *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) and *P. hypophthalmus* (Sauvage, 1878). *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 16 (2) : 171 - 178.
- Jauncey K. and B. Ross. 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland. 111 p.
- Jobling M. 1983. Effect of feeding frequency on food intake and growth of Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* L. *Journal of Fish Biology*, 23 (2) : 177 - 185.
- Lee S. M., U.G. Hwang and S. H. Cho. 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture*, 187(3-4) : 399 - 409.
- Mainardes-pinto C. S. R., N. Fenerich-verani, B. E. S. Campos and A. L. Silva. 2000. Masculinização da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, utilizando diferentes rações e diferentes doses de 17 α -Metiltestosterona. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29 (3) : 654 - 659.
- Meurer F., R. A. Bombardelli, P. S. Paixão, L. C. R. Silva and L. D. Santos. 2012. Feeding frequency on growth and male percentage during sexual reversion phase of Nile tilapia. *Revista Brasileira Saúde Producon. Animal., Salvador*, 13 (4) : 1133 - 1142.
- Meurer F., C. Hayashi, L. M. Barbero, L. D. Santos, R. A. Bombardelli and L. M. S. Colpini. 2008. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37 (5) : 791 - 794.
- Morissens, P., P. Roche and C. Aglinglo. 1986. La pisciculture intensive en enclos dans les grandes lagunes du sud-est Bénin. *Bois et forêts des tropiques*, (213), 51 - 70.
- Otémé Z. J. and S. Gilles. 1995. Elevage larvaire du silure africain *Heterobranchus longifilis*: évaluation quantitative des besoins en proies vivantes des larves. *Aquatique Living Resources*, 8 (4) : 351 - 354.
- Pangni K., B. C. Atsé and N. J. Kouassi. 2008. Effect of stocking density on growth and survival of the African catfish *Chrysichthys nigrodigitatus*, Claroteidae (Lacépède 1803) larvae in circular tanks. *Livestock Research for Rural Development*, 20 (7), 56 - 61.

- Riche M., D. I. Haley, M. Oetker, S. Garbrecht and D. L. Garling. 2004. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 234 (1-4) : 657 - 673.
- Richard J., K. Dabrowski, M. A. Garcia–Abiado and J. Ottobre. 1999. Uptake and depletion of plasma 17 α -methyltestosterone during induction of masculinization in muskellunge, *Esox masquinongy*: Effect on plasma steroids and sex reversal. *Steroids*, 64 (8) : 518 - 525.
- Sanches L. E. F. and C. Hayashi. 2001. Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fries performance during sex reversal in hapas. *Acta Scientiarum*, 23 (4), 871 - 876.
- Seenapa D. and K. V. Devaraj. 1991. Effects of feeding levels on food utilization and growth of Carla fry. In: Fish Nutrition Research in Asia proceedings on the fourth Asian Fish Nutrition workshop. (Ed, S S De Silva). *Asian Fisheries Society Special Publication*, 5 : 49 - 54.
- Silva C. R., L. C. Gomes and F. R. Brandão. 2007. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossomam acropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. *Aquaculture*, 264 (1-4) : 135 - 139.
- Tigoli K., M. Cisse, M. Kone, M. Ouattara, A. Ouattara and G. Gourene. 2017. Effets de l'hormone: 17-a-methyltestosterone) sur les performances zootechniques des souches « bouake » et « akosombo » de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Agronomie Africaine*, 29 (1), 21 - 31.
- Tung P. and S. Shiau 1991. Effects of meal frequency on growth performance of hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, fed different carbohydrate diets. *Aquaculture*, 92 : 343 - 350.
- Wu G., I. P. Saoud, C. Miller and D. A. Davis. 2004. The effect of feeding regimen on mixed-size pond-grown channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of Applied Aquaculture* 15 : 115 - 125.