

Effet comparé des extraits de *Nauclea latifolia* Sm et *Tribulus terrestris* (Linn., 1753) sur les paramètres zootechniques de croissance et la masculinisations induites des larves du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (Linn., 1758)

Melvin MUTLEN^{1*}, Alexandre Michel Njan NLOGA², Elisabeth Ngo BUM²

1. Institut de Sciences Halieutiques (ISH) de l'Université de Douala à Yabassi, Département d'Aquaculture BP 7236 Douala -Cameroun.

2. Faculté de Sciences, Département de Sciences Biologiques, Université de Ngaoundéré, BP : 454 Ngaoundéré-Cameroun.

*Auteur correspondant, Tel +237694239218 /+237673139110, E-mail : melvinanselme@yahoo.fr

Original submitted in on 8th October 2018. Published online at www.m.elewa.org on 31st January 2019

<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v133i1.2>

RESUME

Objectif : La présente étude menée dans une ferme piscicole de la Région du Centre Cameroun visait à explorer la possible utilisation des extraits de *Nauclea latifolia* (Pêcher Africain) et de *Tribulus terrestris* (Croix de malte) comme agent d'inversion du sexe chez *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et comme voie alternative à l'utilisation d'hormones synthétiques.

Méthodologie et Résultats : 7500 larves d'*Oreochromis niloticus* de 11 jours post fécondation (PF) ont été distribués aléatoirement dans 36 happas disposés dans un étang à terre d'environ 10 x 20 m² et nourries à 10 régimes expérimentaux, formulés à partir d'un régime témoin pour contenir de l'extrait brut de *Tribulus terrestris* aux doses de 1, 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3,0 g/kg d'aliment et de *Nauclea latifolia* aux doses de 40, 80, 120, 160 et 200 mg /kg d'aliments. A 90jpf les paramètres zootechniques de croissance ont été évalués et le sexe phénotypique a été déterminé par la méthode de Squash gonadique. Des résultats obtenus il ressort que la dose de 200 mg/kg de *Nauclea latifolia* et celle de 2,5g/kg de *Tribulus terrestris* ont permis d'obtenir une déviation significative du sexe ratio en faveur des mâles comparativement aux autres extraits appliqués. Eu regard des taux de masculinisations obtenus soient respectivement des taux moyens de 92 ± 2,0 % pour *Nauclea latifolia* et de 88,33± 1,52 % pour *Tribulus terrestris*. Cette action efficiente de ces deux doses d'extraits sur la masculinisation induite se traduit également par les meilleures performances de croissances obtenues dans les lots traités à ces différentes doses comparativement aux autres lots traités. En effet les traitements TMT (Traitement à la Methyltestostérone à 60mg/kg d'aliment) et T200 (Traitement à la dose 200 mg/kg d'extrait de *Nauclea latifolia*) ont présenté les meilleures performances de croissance des progénitures comparativement aux autres traitements (T0 ; T40 ; T80 ; T120 ; T160). Il en

est de même des progénitures traités à la dose 2,5 g/kg d'extrait de *Tribulus terrestris* qui ont donc obtenus les meilleures performances de croissance comparativement aux autres lots traités aux différentes doses d'extraits de *Tribulus terrestris* (soient respectives de 1.0 g/kg ; 1.5 g/kg ; 2.0 g/kg ; 3.0 g/kg).

Conclusion et applications des résultats : Les résultats de cette étude indiquent que les deux plantes étudiées à savoir *Nauclea latifolia* et *Tribulus terrestris* pourraient être utilisées comme une méthode alternative écologique pour produire une population monosex mâles chez *Oreochromis niloticus*. Résultats qui vont alimenter les réseaux de producteurs locaux pour améliorer la production du Tilapia.

Mots clés : *Oreochromis niloticus*, *Nauclea latifolia*, *Tribulus terrestris*, inversion de sexe

Comparative effect of *Nauclea latifolia* Sm and *Tribulus terrestris* (Linn., 1753) extracts on zootechnical growth parameters and on sex reverse in *Oreochromis niloticus* (Linn., 1758) larvae

ABSTRACT

Objective: The present study realized in a fish farm in the Central Region of Cameroon aimed to examine the prospect utilization of *Nauclea latifolia* (African Peach tree) and *Tribulus terrestris* (Puncture vine) extracts as a sex reversal agent in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) as an alternative route to the use of synthetic hormones.

Methodology and results: 7500 *Oreochromis niloticus* larvae of 11 dpf were randomly distributed in 36 happas arranged in an onshore pond of approximately 10 x 20 m² and fed with 10 experimental diets, formulated from a control diet to contain crude extract of *Tribulus terrestris* at doses of 1, 1.5; 2; 2.5; 3.0 g per kg of a basal feed and *Nauclea latifolia* at doses of 40, 80, 120, 160 and 200 mg per kg of a basal feed. At 90 day post fertilization, the zootechnical growth parameters were evaluated and the phenotypic sex was determined by the gonad squash method as described by Guerrero & Selton (1974). The results obtained show that the dose of 200 mg / kg of a basal feed of *Nauclea latifolia* extract and that 2.5 g / kg of *Tribulus terrestris* resulted in a significant sex ratio deviation in favor of males compared to the other extracts applied. Considering the masculinization rates obtained are respectively average rates of $92 \pm 2.0\%$ for *Nauclea latifolia* and $88.33 \pm 1.52\%$ for *Tribulus terrestris*. This efficient action of these two doses of extracts on induced masculinization also results in the better growth performance obtained in the batches treated at these different doses compared to the other batches treated. Indeed, TMT treatments (Methyltestosterone treatment at 60 mg / kg of feed) and T200 (Treatment at 200 mg / kg dose of *Nauclea latifolia* extract) showed the best growth performance of offspring compared with other treatments. (T0; T40; T80; T120; T160).). It is the same for the offspring treated with the 2.5 g / kg dose of *Tribulus terrestris* extract, which therefore obtained the best growth performances compared to the other batches treated with different doses of *Tribulus terrestris* extracts (respectively 1.0 g / kg, 1.5 g / kg, 2.0 g / kg, 3.0 g / kg).

Conclusion and applications of the results: The results of this study indicate that the two plants *Nauclea latifolia* and *Tribulus terrestris* could be used as an alternative ecological method to produce a male monosex population in *Oreochromis niloticus*. Results that will feed the networks of local producers to improve the production of Tilapia.

Key words: *Oreochromis niloticus*, *Nauclea latifolia*, *Tribulus terrestris*, sex reversal

INTRODUCTION

Parmi les principales espèces dites d'élevages, les Tilapia occupent une place de choix et constituent le groupe de poissons dont la production a connu la plus forte croissance ces dix dernières années,

toutes espèces aquatiques confondues (Lazard, 2007). Avec une production mondiale estimée à plus de 4,3 millions de tonnes par an, ils représentent une ressource considérable pour

l'alimentation humaine en particulier dans les pays du Sud. Après les carpes ils constituent, le second groupe majeur de l'aquaculture mondiale (FAO, 2013). Depuis quelques années, les tilapias constituent les espèces prédominantes de la pisciculture commerciale africaine (FAO, 2014). Parmi ces espèces de tilapias, *Oreochromis niloticus* est la plus connue et la plus utilisée car ayant fait l'objet d'immenses programmes de recherche et de vulgarisation en Afrique et dans le monde entier. Cette espèce a été longtemps présentée comme la pierre précieuse de la pisciculture africaine au regard de sa demande élevée sur le marché, de la facilité de sa reproduction, de son élevage, de sa croissance élevée et surtout de son régime alimentaire relativement plastique. Toutefois, l'essor de cette production est confronté à un problème majeur qui est paradoxalement lié à la forte reproduction de l'espèce. En effet, le tilapia a une maturité sexuelle précoce et est capable de se reproduire à des tailles relativement petites (Ouedraogo, 2009) Cette reproduction est non saisonnière, avec des pontes continues étalées sur toute l'année (Philippart and Ruwet, 1982). De plus, les soins parentaux apportés par la femelle depuis les œufs jusqu'aux alevins après éclosion (Ouedraogo, 2009), entraînent un fort taux de survie des alevins, ce qui conduit, en milieu fermé et en situation de compétition alimentaire, à la surpopulation et au nanisme (Kaliba *et al.*, 2006). Par conséquent, le rendement en poissons de taille intéressante pour le marché est réduit de façon considérable (Ouedraogo, 2009). Le contrôle de cette reproduction est donc apparu comme une nécessité pour la rentabilité des élevages de tilapias. Par ailleurs, il existe chez ces espèces un dimorphisme sexuel de croissance, les mâles présentant une meilleure croissance que les femelles (Hanson *et al.*, 1983). Chez *O. niloticus* une différence de 300g est observée entre les mâles (700g) et les femelles (400g) à un an d'élevage (Melard *et al.*, 1989). Or chez les tilapias, la sex-ratio est théoriquement équilibrée, c'est-à-dire que dans chaque descendance on a

autant de mâles que de femelles. L'élevage de ces populations mixtes (mâles / femelles) n'est donc pas rentable économiquement (Kaliba *et al.*, 2006), par rapport à l'élevage de population monosexue mâle qui serait plus avantageuse. Différentes pratiques existent et ont été développées pour produire des populations monosexes mâles chez le tilapia. En effet l'inversion hormonale par les androgènes eu égard son efficacité (fort taux de masculinisation obtenue) et sa facilité d'usage (technique facilement applicable par tous) reste l'approche la plus pratiquée dans les 135 pays et territoires qui produisent du tilapia sur tous les continents (FAO, 2014 ; Ouedraogo, 2016). Les stéroïdes synthétiques à l'instar de la 17-alpha méthyltestostérone, l'androsténone ou encore la 1-dihydrotestostérone acétate sont couramment utilisés pour induire une inversion sexuelle chez le tilapia, mais en raison des dangers potentiels de tels stéroïdes notamment l'impact des résidus de traitement sur la santé des travailleurs aquacoles, l'environnement et la biodiversité (Baroiller et Jalabert, 1989 ; Baroiller et D'Cotta, 2001), l'usage des plantes aux propriétés androgéniques constitue une alternative potentielle à explorer. En effet les extraits de plantes contiennent divers principes bioactifs tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les pigments, les phénoliques, les terpénoïdes, les stéroïdes, les huiles essentielles qui ont été signalées pour favoriser diverses activités comme l'antistress, la stimulation de la croissance, la stimulation de l'appétit, la tonicité et les propriétés immunostimulante et antimicrobienne au cours d'une production de poisson. Certains composés phytochimiques ont également la capacité d'inhiber la biosynthèse ainsi que l'action des œstrogènes en agissant comme inhibiteurs de l'aromatase et antagonistes du récepteur des œstrogènes dans les cellules germinales des gonades et peuvent donc être considérés comme des moyens potentiels d'inversion sexuelle chez les poissons (Rempel & Schlenk, 2008).



Nauclea latifolia arbuste de la famille des Rubiaceae est une plante à vertu médicinale connu en Afrique subsaharienne dans la pharmacopée traditionnelle pour ses nombreuses activités pharmacologiques. Bien qu'il soit utilisé de manière traditionnelle comme aphrodisiaque, ce n'est qu'en 2007 puis 2008 que les travaux réalisés successivement par Rukundo (2007) et Madjibe (2008) chez le rat ont mis en évidence un effet androgénique de l'infusé et des extraits lipidiques des racines entières de *Nauclea latifolia* Sm. se traduisant par une amélioration de la croissance pondérale, le développement testiculaire, la stimulation de la spermatogenèse chez l'animal normal et un rétablissement de la fonction germinale des testicules chez l'animal insuffisant testiculaire. En 2008, Ntivuguruzwa (2008), a rapporté que l'infusé de racines entières de *Nauclea latifolia* Sm. améliore les performances de croissance du poulet de chair avec un développement significatif des masses musculaires. Les résultats obtenus par Ishimwe (2008), montrent que *Nauclea latifolia* améliore également les performances de reproduction des rattes saillies par des mâles traités à la plante. Chez les poissons, il a été donné de constaté qu'aucune étude scientifique de l'activité androgénique des extraits de cette plante n'a été faite. C'est pourquoi nous nous sommes proposé dans le cadre de ce travail d'évaluer l'activité androgénique de cette plante chez le Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* par une étude d'inversion du sexe phénotype.



Tribulus terrestris quant à elle est une plante de la famille des Zygophyllacées qui est connu pour élever les niveaux de testostérone chez les humains et les animaux. Ganzera *et al.*, (2001) démontre déjà que *T. terrestris* contient de la protodioscine, une saponine, considérée comme la principale substance responsable de l'augmentation de la production de testostérone (Ganzera *et al.*, 2001). Le comportement sexuel et la pression intra caverneuse ont été étudiés chez des rats normaux et castrés afin de mieux comprendre le rôle du *Tribulus terrestris* contenant de la protodioscine comme aphrodisiaque (Gauthaman *et al.*, 2002). Il ressort de cette étude que les extraits de *Tribulus terrestris* disposeraient des propriétés aphrodisiaques au regard de l'accroissement des propriétés androgéniques des extraits de cette plante. Chez les poissons très peu d'informations sur les potentialités androgéniques de *Tribulus terrestris* et leur effet sur l'inversion du sexe sont documentés. Toutefois des auteurs tels que Kavitha *et al.*, (2012) de part leurs travaux sur *Tribulus terrestris*, ont pu évalué l'effet de l'extrait de cette plante sur la masculinisation de *Poecilia latipinna* par immersion des alevins à différentes concentrations (100, 150, 200, 250 and 300 mg/L) et ceci pendant deux mois. Cette étude visait à produire des populations monosexes mâles chez *Poecilia latipinna* et à comprendre l'ensemble de mécanismes y afférentes. En effet chez cette espèce, les mâles ont une valeur commerciale plus importante que celle des femelles. Les résultats obtenus indiquent qu'une masculinisation dose-dépendante est obtenue grâce à l'administration de *T. terrestris*, ce qui améliore la proportion de mâles. Les résultats histologiques ont révélé que les testicules des poissons traités avec l'extrait de *T. terrestris* contenaient tous les stades de la spermatogenèse, démontrant clairement que l'administration de l'extrait de *T. terrestris* à *P. latipinna* stimulait la spermatogenèse. De même, des auteurs tels que Cek *et al.*, (2007) ont évalué l'effet de *Tribulus terrestris* sur la masculinisation d'un cichlidé *Cichlasoma nigrofasciatum* par immersion des larves à différentes concentrations

(0,0, 0,10, 0,20 and 0,30 g/l). Il ressort de leurs travaux que la dose de 0,30g/l a un effet significatif sur la masculinisation des alevins ; avec un sexe ratio en faveur des mâles de l'ordre de 87,23%. Les examens histologiques ont révélé que les testicules des poissons traités avec l'extrait *T. terrestris* contenaient tous les stades de la spermatogénèse, ce qui démontre clairement que l'administration d'extrait de *T. terrestris* à *C. nigrofasciatum* stimulait la spermatogénèse. Omitoyin et al., (2013) menèrent les investigations préliminaires sur la perspective d'utilisation d'extrait de *T. terrestris* comme agent naturel d'inversion de sexe chez les larves d'*Oreochromis niloticus* (Linn., 1758). Au cours de cette étude, les larves étaient nourries à 50% des régimes protéiques bruts contenant 0,0 g, 1,0 g, 1,5 g, 2,0

g et 2,5 g de l'extrait de *T. terrestris* pour 1 kg d'aliment de base. Les résultats restent similaires à ceux obtenues par Kavitha & Subramanian (2011) et Cek et al., (2007) ; soit un pourcentage de mâle qui augmente dans les lots traités au fur et à mesure que le taux d'incorporation de *T. terrestris* augmente (2,5g (85,7±1,3) %). Toutefois aucune étude n'a pu mettre en évidence l'effet de l'extrait de cette plante au-delà de la dose de 2,5g/kg. D'où l'utilité de ce travail de recherche. Dans le cadre de cette étude nous nous sommes proposé d'évaluer l'effet comparé des extraits de *Nauclea latifolia* Sm et de *Tribulus terrestris* (Linn., 1753) sur les performances de croissance et la masculinisation induites des larves d'*Oreochromis niloticus* (Linn., 1758)

MATERIEL ET METHODES

Cadre d'étude : L'expérience a été conduite sur les installations de production d'une ferme locale de production de poissons de table, notamment celle de la station aquacole FORT située au quartier Ngallan dans la localité de Mbalmayo chef lieu du Département du Nyong et Soo, Région du Centre Cameroun et dont les coordonnées géographiques sont les suivantes : 2°55'60" de latitude Nord et 11°7'0" de longitude Est avec une altitude moyenne de 360m par rapport au niveau de la mer.

Sélection et maintien des géniteurs : Le stock de géniteurs d'*Oreochromis niloticus* sollicités dans le cadre de ces expérimentations est constitué de femelles de génotype XX et mâles de génotype XY, issu du stock initial d'une ferme locale situé dans la ville de Douala. La sélection de ces géniteurs était faite en fonction de leur taille et de leurs poids pour former un lot homogène et éviter toute agressivité entre les individus. Spécifiquement pour les femelles, la sélection s'effectuait sur base de la protubérance de leur papille génitale et l'émission des ovocytes. Tandis que le choix des mâles était fait sur la base du développement de la papille urogénitale, leur état de santé et l'abondance de laitance par simple pression abdominale. Ces géniteurs étaient maintenus en stabulation dans un étang de 50m² soit une densité de mise en charge de 6 individus par m² et un sexe ratio de un mâle pour deux femelles. Ces différents géniteurs étaient nourris *ad libitum* 3 fois par jour avec de l'aliment commercial *TilapiCo Special*

Broodstock EF 3mm (Coppens) 45% de protéines, 5 % de lipides. La photopériode était de 12L/12D.

Production des semences : Des larves d'*Oreochromis niloticus* de poids moyens 10 ±0,02 mg obtenues à l'issue de plusieurs reproduction naturelle entre mâles et femelles d'un stock de géniteurs fourni par une ferme de production situé à la périphérie de la ville de Douala ont servi à la réalisation de ce travail. 60 géniteurs (15 mâles et 45 femelles), ont été mis en reproduction dans un étang de 50 m². Au bout de deux semaines d'élevage, les larves pouvaient être prélevé dans la bouche des femelles incubantes et récoltés à l'aide d'une épuisette. En effet la récolte des larves après la mise en charge des géniteurs en bassin de reproduction s'effectue généralement entre le 11^{ème} et le 34^{ème} jour post fécondation suivant la méthode décrite par Guerrero & Guerrero(1988). Dans le cadre de ces expérimentations, la récolte s'effectuait au 28^{ème} jour après la mise en reproduction des géniteurs. Les larves à différents stades pouvant être récoltés, celles d'intérêts pour cette expérimentation étaient celles disposant encore d'un sac vitellin, pour leur éviter d'ingérer un aliment exogène.

Conditionnement et préparation des extraits des plantes : Une fois la récolte du matériel végétal réalisée, les parties végétales été nettoyées, tranchées et hachées ensuite séchés à l'ombre à température ambiante (environs 30 à 35°C) pendant deux semaines. Puis elles sont écrasées dans un mortier

avant de passer au travers d'un tamis ensuite finement pulvérisé au moulin. La poudre a été extraite successivement en utilisant 75% d'éthanol (1/4 poids / volume) dans des flacons Erlenmeyer de 250 ml, puis agitée pendant 48 heures en utilisant un agitateur mécanique à 250 tr / min. Le volume total extrait a été filtré en utilisant un tissu filtrant. Le filtrat a été conservé dans un congélateur.

Préparation des aliments expérimentaux : Huit Régimes expérimentaux correspondant aux différents traitements ont été élaborés en utilisant un aliment ayant la même composition en protéine brute soit 50% de protéines brutes, et préparée à partir d'ingrédients spécifiques notamment la farine de soja, de maïs, la farine de poisson, du pré mélange de vitamines, du phosphate dicalcique et du sel acheté et broyé au marché de Central de Douala. Les proportions de ces ingrédients sont les suivantes : Farine de poisson : 75% ; Farine de soja : 25 % ; Farine de maïs : 25% ; Vitamines et prémix 2%. La Composition en Protéines de 50% était basée sur les besoins en protéines des alevins de *Oreochromis niloticus* (30-56)% tel que recommandé par Jauncey (2000). Deux Régimes expérimentaux ont servi de contrôle à nos expérimentations. Un a été formulé à partir de l'aliment initial pour contenir de la 17-alpha méthyltestostérone (R_1). L'aliment traité à l'hormone est préparé selon la méthode de Rothbard et al., (1983). En effet La solution hormonale était obtenue en dissolvant 60 mg d'hormone (17-alpha méthyltestostérone) dans 0,7l d'éthanol absolu à 95%. L'aliment était préalablement réduit en poudre et calibré. Puis elle était par la suite arrosé de la solution hormonale à raison de 60 mg d'hormone / kg d'aliment. L'ensemble était ainsi mélangé pour faciliter l'incorporation de la solution hormonale dans l'aliment. Le mélange a été séché à l'air sous ombrage pendant 24 heures afin de faire évaporer l'alcool. Après séchage, l'aliment était conservé en chambre froide à 4°C dans un sac plastique pour préserver l'efficacité de l'hormone (Varadaraj et al., 1994). Toutefois le deuxième aliment expérimental dit de contrôle (R_0) qui ne recevait pas la solution hormonale était mélangé à l'éthanol absolu puis laisser sécher à l'air sous l'ombrage pendant 24h tout comme les autres aliments. Les 8 autres ont été formulés à partir d'un régime témoin pour contenir de l'extrait brut de *Tribulus terrestris* aux doses de 1, 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3,0 g/kg d'aliment et de *Nauclea latifolia* aux doses de 40, 80, 120, 160 et 200 mg /kg d'aliments.

Les différents régimes expérimentaux contenant les extraits bruts de *Tribulus terrestris* et de *Nauclea latifolia* ont été préparés chacun séparément en les dissolvant dans 100ml d'eau distillée et en pulvérisant sur un kilogramme d'aliment témoin. L'ensemble était séché à l'air sous l'ombrage pendant 24 heures. Tous les régimes traités ont été stockés dans la réfrigération à 4°C avant l'essai.

Procédure expérimental : Les larves d'*Oreochromis niloticus* de 11 jours post fécondation (PF) ont été placés dans 21 happas (cages réalisées avec des filets de faible maillage) de 1 x 1 x 1m disposés dans un étang en terre d'environ 10 x 20 m², à une densité de 200 alevins par happa et soumis aux conditions naturelles de température et de lumière. La profondeur de l'eau dans l'étang a été maintenue à 0,8 m. La quantité d'aliment a été fixée en fonction de la biomasse moyenne supposée par des alevins par semaine. Les alevins étaient nourris à 30% de la biomasse la première semaine d'expérimentation, 15% la deuxième semaine, 12% la troisième semaine et enfin 10% la dernière semaine et ceci jusqu'au sexage. La ration quotidienne a été divisée en quatre repas, de 07h00 à 17h30 avec un intervalle de 3,5 heures (Sanchez et Hayashi, 2001) et ajustée chaque semaine en fonction des résultats d'échantillons de population hebdomadaires. Au bout de quatre semaines, les alevins dans tous les traitements ont été alimentés avec 10% de leur biomasse avec une alimentation granulaire commerciale (30% de protéine brute). Le lavage des happas a été fait tous les 3 jours pour éviter le colmatage des happas par les sédiments de l'étang. Un échantillon de 30 individus, pris au hasard, de chacun des traitements était pesé individuellement après deux semaines de traitement, à la fin des traitements puis toutes les deux semaines jusqu'à la fin de l'expérimentation. Tous les matins et soirs respectivement à 8h et 16h la prise des paramètres physico-chimiques de l'eau (température, pH, Oxygène dissous) était effectuée. Ces paramètres qui nous renseignent sur la qualité de l'eau étaient contrôlés régulièrement de manière à assurer des conditions optimums d'élevage pour les alevins d'*Oreochromis niloticus*. Après 90 jours d'élevage, tous les poissons dans chacun des happa ont été comptés pour évaluer la survie en utilisant la formule suivante:

Taux de survie (%) = 100x (nombre d'individus final / nombre d'individus initial). Un total de vingt pour cent d'échantillons de poissons a été prélevé au hasard

dans chaque happa de tous les traitements pour la détermination de la croissance en utilisant des mesures de poids et de longueur.

Le pourcentage de mâle a également été calculé à l'aide des formules suivantes: **mâle obtenu (%) = (mâle obtenu x 100) / poisson échantillonné**. Un ensemble de paramètres ont été évalués pour estimer les performances de croissance de nos individus. Ces différents paramètres que sont le Gain de poids moyen, le Taux de croissance spécifique, le Taux de Conversion alimentaire, La longueur totale du poisson ont été déterminés suivant les formules de Ogunji et al.,

(2000) et Ahmad et al., (2002). Ces formules sont les suivantes :

Le Taux de Conversion Alimentaire (TCA): = $Rd \cdot (Bf - Bi)^{-1}$ avec Bi : Biomasse initiale (g) Bf : Biomasse finale (g) et Rd : ration ou quantité d'aliment consommé ou distribué (g) ;

Gain de poids moyen: **GPM(g)** = (poids moyen final - poids moyen initial) (g) ;

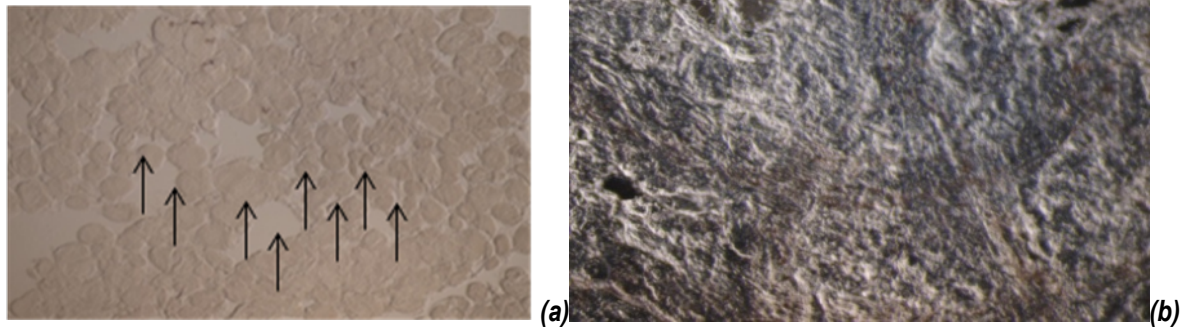
Le Taux de Croissance Spécifique (TCS) donné par **TCS (%·j⁻¹) = 100 · (lnPf - lnPi) · t⁻¹** avec Pi : Poids moyen initiale (g) Pf : Poids moyen finale (g)



Figure 1 : Happas en installation

Détermination du sexe Ratio : Le sexe phénotypique est déterminé par la méthode de Squash gonadique et coloration à l'aceto-carmin telle que décrite par Guerrero & Selton (1974). Pour chaque lot respectif, 100 juvéniles ont été pêchés au hasard et euthanasiés par une surdose de benzocaïne (400mg.L⁻¹). Après

dissection, les gonades étaient prélevées et un fragment placé entre lame et lamelle et coloré à l'acéto-carmin, écrasé puis mis en observation au microscope optique dans le but de déterminer le sexe sur base de la structure gonadique.



NB : les flèches indiquent la position des ovocytes dans la gonade femelle

Figure 2 : Structure gonadique de la femelle (2a) et du mâle (2b) après squash gonadique chez les juvéniles d'*Oreochromis niloticus*

Analyse statistique : Les résultats sont exprimés en moyenne \pm écart type. L'homoscédacité et la normalité des jeux de données ont été préalablement vérifiés grâce au test de Hartley. Les conditions de normalité et d'homoscédacité étant remplies, Une analyse de variance unidirectionnelle (ANOVA à un facteur) a été utilisée pour analyser les différences entre les

traitements. Les comparaisons 2 à 2 ont été faites grâce au test multiple de Duncan. Les différences étaient considérées comme significatives à $P < 0,05$. Les tests statistiques ont été effectués avec le logiciel *Statgraphics XVII*.

RESULTATS ET DISCUSSION

Qualité physico chimiques de l'eau d'élevage : Les principaux paramètres physico chimiques évalués au cours de cette phase d'expérimentation étaient la Température, l'Oxygène dissous, les Nitrates et Nitrites et le pH. Il en ressort que les moyennes des températures et celles d'Oxygène dissous sont restées relativement stable au cours de cette phase d'expérimentation. Il en est de même des Nitrates et Nitrites ainsi que du pH. En effet les moyennes de température oscillaient entre $30,03 \pm 0,86$ °C et $25,12 \pm 0,06$ °C, tandis que les moyennes de pH allaient de $7 \pm 0,45$ à $8,4 \pm 0,28$. Les Nitrates et Nitrites quant à eux variaient respectivement de $0,16 \pm 0,03$ à $0,24 \pm 0,01$ mg/L pour les Nitrites (NO_2^-) et de $9,14 \pm 0,27$ à $13,24 \pm 0,36$ mg/L pour les ions ammonium (NH_4^+). Soient des moyennes respectives de $27,27 \pm 0,83$ °C pour la Température, $7,83 \pm 0,33$ pour le pH, $8,01 \pm 0,5$ mg/l pour l'Oxygène dissous ; $10,12 \pm 0,18$ mg/L pour les ions ammonium (NH_4^+) et de $0,19 \pm 0,02$ pour les Nitrites (NO_2^-). Ces principales valeurs de température et de l'oxygène dissous présentées se situent dans les normes acceptables pour l'élevage d'*Oreochromis niloticus*.

Paramètres zootechniques de Croissance et de Survie : Une analyse comparative des lots témoins et des lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* à différentes doses (40 mg/kg ; 80 mg/kg ; 120 mg/kg ;

160 mg/kg ; 200 mg/kg) et ceux traités à l'extrait de *Tribulus terrestris* (soient aux doses respectives de 1.0 g/kg ; 1.5 g/kg ; 2.0 g/kg ; 2.5 g/kg ; 3.0 g/kg) des différentes progénitures montre une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements (Tableau 1 et Tableau 2). En effet des différents lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* les progénitures traités à la dose de 200 mg/kg et ceux traités à la méthyltestostérone à la dose de 60 mg/ Kg d'aliment ont eu un effet significativement plus important comparativement aux autres traitements appliqués tant en ce qui est du Gain de poids Moyen (soient respectivement $17,54 \pm 0,27$ g (T200) et $17,69 \pm 0,16$ g (TMT)), le Taux de Croissance Spécifique (soient respectivement $4,87 \pm 0,14$ %/j (T200) et $4,88 \pm 0,21$ %/j (TMT)) et la Longueur Total final Moyenne (soient respectivement $8,82 \pm 0,08$ cm (T200) et $8,94 \pm 0,11$ cm (TMT)). Ces résultats traduisent à suffisance que les traitements TMT et T200 ont présenté les meilleures performances de croissance des progénitures comparativement aux autres traitements (T0 ; T40 ; T80 ; T120 ; T160). Les performances de croissances les plus faibles ont été enregistré pour les traitements T0 (Traitement dit témoin négatif) et le Traitement T40 (à la dose 40 mg/kg) de par les valeurs obtenues tant pour le Gain de Poids Moyen (soient respectivement $12,26^d \pm 0,25$ g et $12,23^d \pm 0,23$ g), le

Mutlen et al., J. Appl. Biosci. 2019 Effet comparé des extraits de *Nauclea latifolia* Sm et *Tribulus terrestris* (Linn., 1753) sur les paramètres zootechniques de croissance et la masculinisations induites des larves du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (Linn., 1758)

Taux de Croissance Spécifique (soient respectivement $4,02 \pm 0,38$ %/j (T0) et $4,01 \pm 0,42$ %/j (T40)) et la Longueur Total final moyenne (soient respectivement $7,15 \pm 0,06$ cm (T0) et $7,16 \pm 0,05$ cm (T40)). Toutefois, pour les lots traités à l'extrait de *Tribulus terrestris* (soient aux doses respectives de 1.0 g/kg ; 1.5 g/kg ; 2.0 g/kg ; 2.5 g/kg ; 3.0 g/kg), il est à noter que la dose de 2, 5 g/kg d'extrait de *Tribulus terrestris* a eu un effet hautement significativement comparativement aux autres doses d'extrait de *Tribulus*

terrestris appliqués tant en ce qui est du Gain de poids Moyen (soit une moyenne de $14,52 \pm 0,01$ g), le Taux de Croissance Spécifique (soit une moyenne de $4,62 \pm 0,01$ %/j) et la Longueur Total final Moyenne (soit une moyenne de $8,25 \pm 0,01$ cm). Les progénitures traités à la dose 2,5 g/kg d'extrait de *Tribulus terrestris* présentent les meilleures performances de croissance comparativement aux autres lots traités aux différentes doses d'extraits de *Tribulus terrestris*.

Tableau 1 : Paramètres Zootechniques de croissance des Juvéniles d'*Oreochromis niloticus* soumis à différentes doses d'extraits de *Nauclea latifolia*, comparativement aux lots non traités et ceux traités à la Méthyltestostérone à la dose 60 mg/kg.

Caractéristiques de croissance						
Traitements	PMi(g)	PMf(g)	GPM(g)	TCS (%/j)	LTf(cm)	IC
T0	$2,8.10^{-2} ab \pm 0,00$	$12,61^d \pm 0,33$	$12,26^d \pm 0,25$	$4,02 \pm 0,38$	$7,15^d \pm 0,06$	$1,41^{ab} \pm 0,06$
TMT	$2,8.10^{-2} ab \pm 0,00$	$18,03^a \pm 0,06$	$17,69^a \pm 0,16$	$4,88^a \pm 0,21$	$8,94^a \pm 0,11$	$1,138^d \pm 0,02$
T40	$2,9.10^{-2} a \pm 0,00$	$12,57^d \pm 0,24$	$12,23^d \pm 0,23$	$4,01 \pm 0,42$	$7,16^d \pm 0,05$	$1,42^a \pm 0,11$
T80	$2,7.10^{-2} b \pm 0,00$	$14,84^c \pm 0,16$	$14,56^c \pm 0,18$	$4,38^{bc} \pm 0,12$	$7,74^c \pm 0,06$	$1,29^{bc} \pm 0,05$
T120	$2,8.10^{-2} ab \pm 0,00$	$14,84^c \pm 0,19$	$14,55^c \pm 0,22$	$4,47^{ab} \pm 0,11$	$7,86^c \pm 0,15$	$1,29^{bc} \pm 0,09$
T160	$2,8.10^{-2} ab \pm 0,00$	$15,88^b \pm 0,13$	$15,65^b \pm 0,20$	$4,55^{ab} \pm 0,05$	$8,21^b \pm 0,14$	$1,19^{cd} \pm 0,01$
T200	$2,8.10^{-2} ab \pm 0,00$	$17,82^a \pm 0,25$	$17,54^a \pm 0,27$	$4,87^a \pm 0,14$	$8,82^a \pm 0,08$	$1,20^{cd} \pm 0,06$
Pr	0,2212	0,0000	0,00	0,0023	0,00	0,0008

NB : Les chiffres possédant les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$). To= Traitement négatif ; TMT= Traitement à la méthyltestostérone (60 mg/kg d'aliment); T40 = Traitement à 40 mg/kg d'aliment ; T80 = Traitement à 80 mg/kg d'aliment ; T120= Traitement à 120 mg/kg d'aliment ; T160= Traitement à 160 mg/kg d'aliment ; T200= Traitement à 200 mg/kg d'aliment ; Pr = Probalité ; PMi= Poids moyen initial ; PMf= Poids moyen final ; GPM= Gain de Poids Moyen ; TCS= Taux de Croissance Spécifique ; LTf = Longueur Totale final ; IC= Indice de consommation .

Tableau 2 : Paramètres Zootechniques de croissance des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* soumis à différentes doses d'extraits de *Tribulus terrestris*, comparativement aux lots non traités et ceux traités à la Méthyltestostérone à la dose 60 mg/kg.

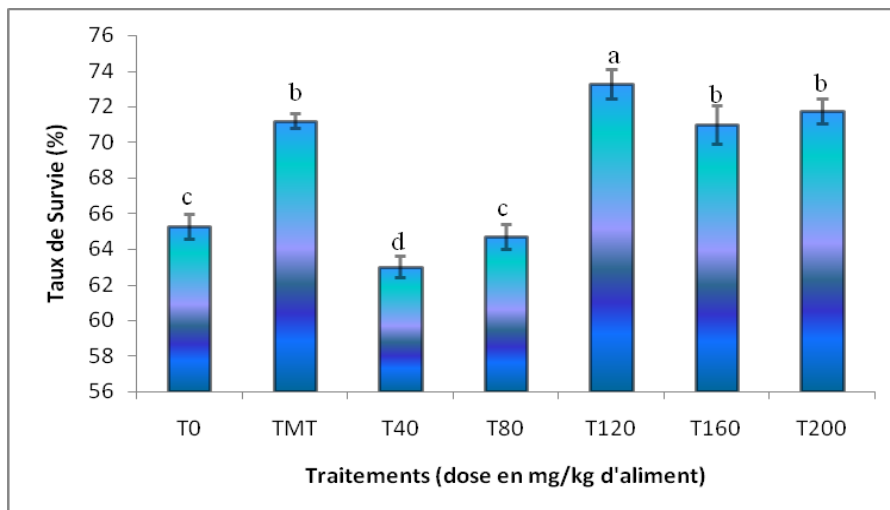
Caractéristiques de croissance						
Traitements	PMi(g)	PMf(g)	GPM(g)	TCS (%/j)	LTf(cm)	IC
T ₀	$0,81^{ab} \pm 0,021$	$12,56^f \pm 0,52$	$11,58^g \pm 0,06$	$4,32^e \pm 0,00$	$7,04^f \pm 0,01$	$1,43^a \pm 0,01$
T _{Mt}	$0,78^b \pm 0,030$	$18,23^a \pm 0,06$	$17,04^a \pm 0,07$	$4,80^a \pm 0,08$	$8,81^a \pm 0,03$	$1,09^d \pm 0,01$
T _{1.0}	$0,82^{ab} \pm 0,032$	$14,68^e \pm 0,64$	$12,35^f \pm 0,02$	$4,32^e \pm 0,00$	$7,62^e \pm 0,01$	$1,33^{abc} \pm 0,01$
T _{1.5}	$0,79^b \pm 0,018$	$15,64^d \pm 0,37$	$12,96^e \pm 0,01$	$4,41^c \pm 0,00$	$7,87^d \pm 0,00$	$1,34^{ab} \pm 0,31$
T _{2.0}	$0,80^{ab} \pm 0,023$	$17,02^c \pm 0,43$	$14,22^c \pm 0,01$	$4,44^c \pm 0,00$	$8,06^c \pm 0,02$	$1,12^{cd} \pm 0,01$
T _{2.5}	$0,85^a \pm 0,012$	$18,16^a \pm 0,17$	$14,52^b \pm 0,01$	$4,62^b \pm 0,01$	$8,25^b \pm 0,01$	$1,095^d \pm 0,00$
T _{3.0}	$0,77^b \pm 0,027$	$17,82^b \pm 0,25$	$14,11^d \pm 0,00$	$4,42^c \pm 0,00$	$8,07^c \pm 0,01$	$1,17^{bcd} \pm 0,01$
Pr	0,2632	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,0151

Mutlen et al., J. Appl. Biosci. 2019 Effet comparé des extraits de *Nauclea latifolia* Sm et *Tribulus terrestris* (Linn., 1753) sur les paramètres zootechniques de croissance et la masculinisations induites des larves du Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (Linn., 1758)

NB : Les chiffres possédant les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$). To= Traitement négatif ; T_{MT}= Traitement à la méthyltestostérone (60 mg/kg d'aliment); T_{1.0} = Traitement à 1 g/kg d'aliment ; T_{1.5} = Traitement à 1.5 g/kg d'aliment ; T_{2.0} = Traitement à 2 g/kg d'aliment ; T_{2.5} = Traitement à 2.5 g/kg d'aliment ; T_{3.0} = Traitement à 3 g/kg d'aliment ; Pr = Probabilité ; PMi= Poids moyen initial ; PMf= Poids moyen final ; GPM= Gain de Poids Moyen ; TCS= Taux de Croissance Spécifique ; LTf = Longueur Totale final ; IC= Indice de consommation .

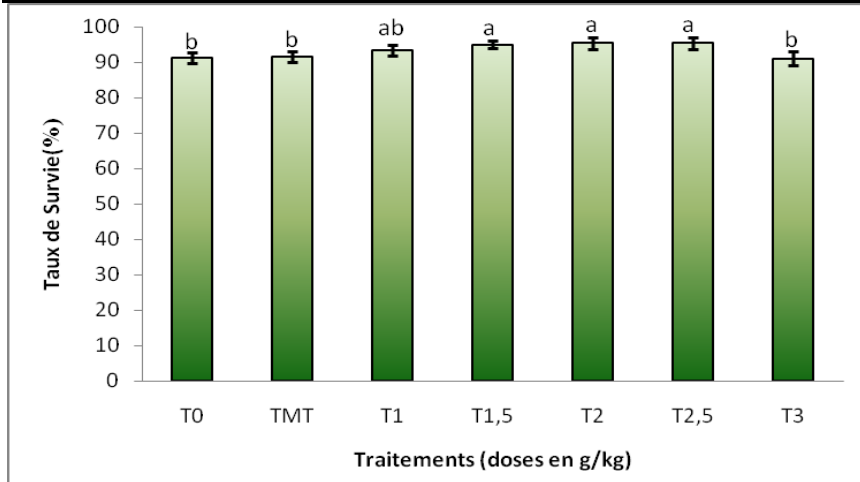
Une analyse comparative des différents taux de survie à 90 Jours post-fécondation d'âge des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* des lots témoins et des lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* à différentes doses (40 mg/kg ; 80 mg/kg ; 120 mg/kg ; 160 mg/kg ; 200 mg/kg) et ceux traités à l'extrait de *Tribulus terrestris* (soient aux doses de 1,0 g/kg ; 1,5 g/kg ; 2 g/kg ; 2,5 g/kg ; 3,0 g/kg) des différentes progénitures montre une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements (Figure 3 et Figure 4). En effet des lots témoins et des lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* ceux traités à la dose 120 mg/kg ont enregistré un taux de survie plus élevé que l'ensemble des lots soit une moyenne de $73,26 \pm 0,81$ %. Tandis que les lots non traités (T0) et ceux traités à 80 mg/kg (T80) ont eu un effet similaire sur la survie des juvéniles à ce stade de développement avec des taux de survie respectifs de

$64,7333 \pm 0,70$ % et de $65,2667 \pm 0,70$ %. Il en est de même des lots traités à la méthyltestostérone à la dose 60 mg/kg (TMT) et ceux traité à la dose 200 mg/kg (T200) et 160 mg/kg (T160) d'extrait de *Nauclea latifolia* soient respectivement $71,2 \pm 0,4$ % (TMT), $71,73 \pm 0,70$ % (T200) et $71,0 \pm 1,06$ % (T160). Pour ce qui est des lots traités à l'extrait de *Tribulus terrestris* (soient aux doses de 1,0 g/kg ; 1,5 g/kg ; 2 g/kg ; 2,5 g/kg ; 3,0 g/kg) les progénitures traités à la dose 1,5 g/kg, 2 g/kg ainsi qu'à 2,5 g/kg ont un effet similaire sur la survie avec des taux de survie respectifs de $95,0 \pm 1,0$ %, $95,33 \pm 1,52$ %, $95,33 \pm 1,52$ %. Il en est de même des progénitures traités à la dose 3 g/kg et ceux traités à la Méthyltestostérone à la dose 60 mg/kg avec les valeurs moyennes de $91,0 \pm 2,0$ % et de $91,33 \pm 1,52$ %.



NB : Les barres verticales portant les mêmes lettre ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$; \bar{x} = écart type de la moyenne ($n=3$)). To= Traitement négatif ; TMT= Traitement à la méthyltestostérone (60 mg/kg d'aliment); T40 = Traitement à 40 mg/kg d'aliment ; T80 = Traitement à 80 mg/kg d'aliment ; T120= Traitement à 120 mg/kg d'aliment ; T160= Traitement à 160 mg/kg d'aliment ; T200= Traitement à 200 mg/kg d'aliment

Figure 3 : Taux de survie à 90jpf des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* soumis à différentes doses d'extraits de *Nauclea latifolia*, comparativement aux lots non traités et ceux traités à la Méthyltestostérone à la dose 60 mg/kg.

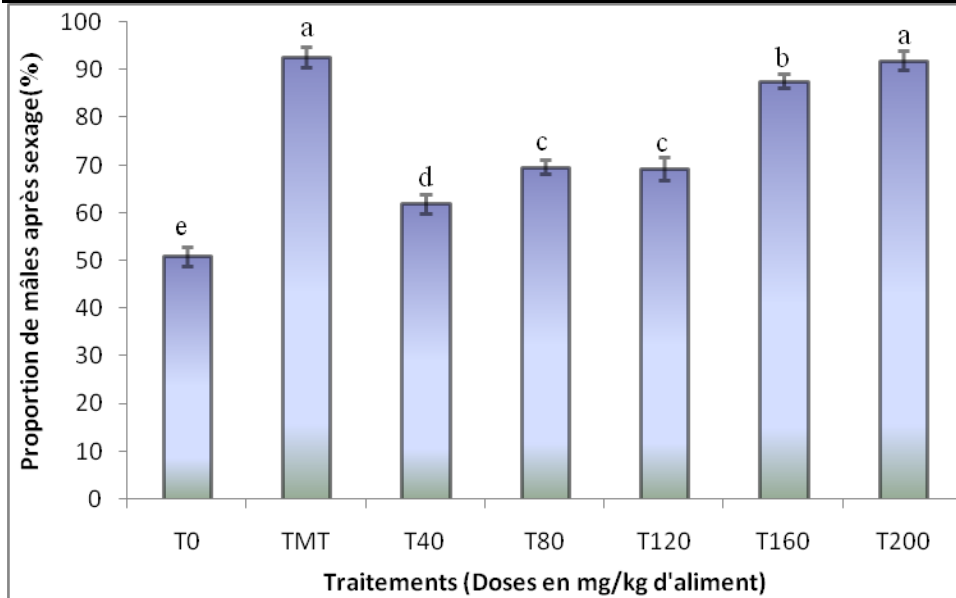


NB : Les barres verticales portant les mêmes lettre ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$; \bar{x} = écart type de la moyenne ($n=3$)). T₀= Traitement négatif ; T_{MT}= Traitement à la méthyltestostérone (60 mg/kg d'aliment); T_{1,0} = Traitement à 1 g/kg d'aliment ; T_{1,5} = Traitement à 1.5 g/kg d'aliment ; T_{2,0} = Traitement à 2 g/kg d'aliment ; T_{2,5} = Traitement à 2.5 g/kg d'aliment ; T_{3,0} = Traitement à 3 g/kg d'aliment

Figure 4: Taux de survie à 90jpf des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* soumis à différentes doses d'extraits de *Tribulus terrestris*, comparativement aux lots non traités et ceux traités à la Méthyltestostérone à la dose 60 mg/kg.

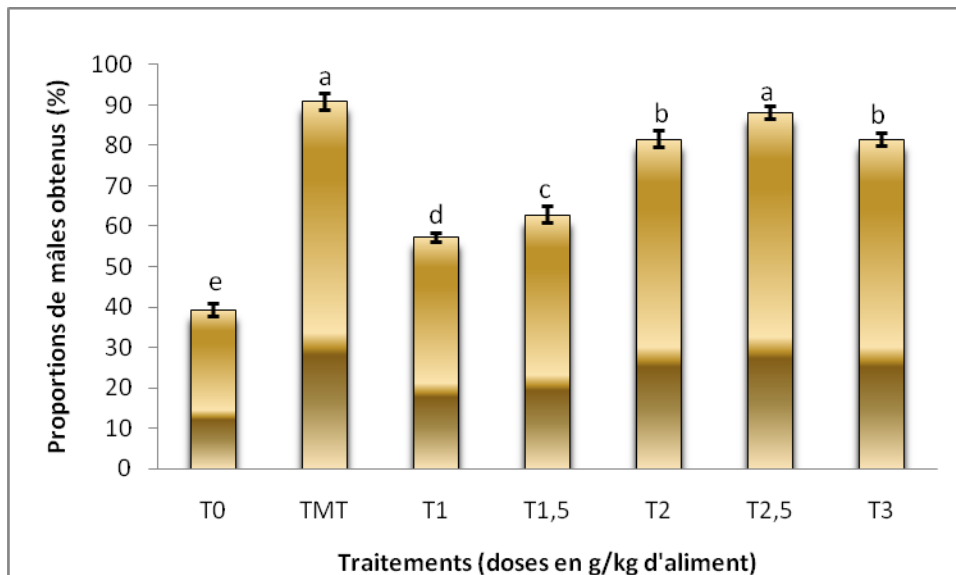
Taux d'inversion sexuelle : Le sexage effectué à 90 Jours post-fécondation montre des résultats d'inversion qui varient d'un traitement à un autre. L'observation microscopique après squash gonadique a montré que l'ensemble des individus présente un développement normal des gonades et aucun individu intersexué n'a été identifié.. Une analyse du sexe ratio obtenue à la suite du sexage dans les différents lots traités à différentes doses d'extrait de *Nauclea latifolia* (40 mg/kg ; 80 mg/kg ; 120 mg/kg ; 160 mg/kg ; 200 mg/kg) et ceux traités à l'extrait de *Tribulus terrestris* (soient aux doses de 1,0 g/kg ; 1,5 g/kg ; 2 g/kg ; 2,5 g/kg ; 3,0 g/kg) comparativement aux lots témoins (lot traité à la méthyltestostérone et lot non traité) montre un effet significatif ($p < 0,05$) du traitement sur le sexe ratio (Figure 5 et Figure 6). En effet des lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* les taux de masculinisation les plus importants ont été obtenus dans les lots traités à la méthyltestostérone à la dose 60 mg/kg (TMT) et ceux traités à la dose 200 mg/kg (T200), avec des taux moyen respectifs de $92,66 \pm 2,08$ % et $92 \pm 2,0$ %.

Toutefois on note un taux d'inversion relativement faible pour les lots traités à la dose 40 mg/ kg (T40) soit $62 \pm 2,0$ % comparativement aux autres lots traités, tandis que pour les lots traités à la dose 80 mg/kg (T80) et 120mg/kg (T120) on observe un effet similaire au regard des différents taux obtenus dans ces lots soient respectivement $69,66 \pm 1,52$ % et $69,33 \pm 2,51$ %. Des progénitures traités à différentes doses d'extraits de *Tribulus terrestris*, les taux de masculinisation les plus importants ont été obtenues dans les lots traités à la dose 60 mg/kg (TMT) et ceux traités à la dose de 2,5g/kg d'extrait de *Tribulus terrestris* avec des taux moyen respectifs de $91,0 \pm 2,0$ % et $88,33 \pm 1,52$ %. Toutefois on note un taux d'inversion relativement faible pour les lots traités à la dose de 1,0 g/kg soit une moyenne de $57,33 \pm 1,15$ % comparativement aux autres lots traités tandis que pour les lots traités à la dose 2,0 g/kg (T2.0) et 3,0 g/kg (T3.0) on observe un effet similaire au regard des différents taux obtenus dans ces lots soient respectivement $81,66 \pm 2,08$ % et $81,66 \pm 1,52$ %.



NB : Les barres verticales portant les mêmes lettre ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$; \bar{x} = écart type de la moyenne ($n=3$)). T₀= Traitement négatif ; T_MT= Traitement à la méthyltestostérone (60 mg/kg d'aliment); T₄₀ = Traitement à 40 mg/kg d'aliment ; T₈₀ = Traitement à 80 mg/kg d'aliment ; T₁₂₀= Traitement à 120 mg/kg d'aliment ; T₁₆₀= Traitement à 160 mg/kg d'aliment ; T₂₀₀= Traitement à 200 mg/kg d'aliment

Figure 5 : Sexe ratio (proportion de mâles(%)) à 90 Jours post fécondation des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* soumis à différentes doses d'extraits de *Nauclea latifolia*, comparativement aux lots non traités et ceux traités à la Méthyltestostérone.



NB : Les barres verticales portant les mêmes lettre ne sont pas significativement différents ($p < 0,05$; \bar{x} = écart type de la moyenne ($n=3$)). T₀= Traitement négatif ; T_MT= Traitement à la méthyltestostérone (60 mg/kg d'aliment); T_{1,0} = Traitement à 1 g/kg d'aliment ; T_{1,5} = Traitement à 1.5 g/kg d'aliment ; T_{2,0} = Traitement à 2 g/kg d'aliment ; T_{2,5} = Traitement à 2.5 g/kg d'aliment ; T_{3,0} = Traitement à 3 g/kg d'aliment.

Figure 6: Sexe ratio (proportion de mâles(%)) à 90 Jours post fécondation des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* soumis à différentes doses d'extraits de *Tribulus terrestris*, comparativement aux lots non traités et ceux traités à la Méthyltestostérone.

DISCUSSION

Les caractéristiques de croissance ont significativement varié en fonction du traitement appliqué. En effet une analyse comparative des lots témoins et des lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* à différentes doses (40 mg/kg ; 80 mg/kg ; 120 mg/kg ; 160 mg/kg ; 200 mg/kg) et ceux traités à l'extrait de *Tribulus terrestris* (soient aux doses respectives de 1.0 g/kg ; 1.5 g/kg ; 2.0 g/kg ; 2.5 g/kg ; 3.0 g/kg) des différentes progénitures montre une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements. Ces résultats montrent que la dose d'extrait appliqué aurait un effet sur les performances de croissance des juvéniles d'*Oreochromis niloticus*. Toutefois il est à noter que les traitements TMT (Traitement à la Méthyltestostérone à 60mg/kg d'aliment) et T200 (Traitement à la dose 200 mg/kg d'extrait de *Nauclea latifolia*) ont présenté les meilleures performances de croissance des progénitures comparativement aux autres traitements (T0 ; T40 ; T80 ; T120 ; T160). Il en est de même des progénitures traités à la dose 2,5 g/kg d'extrait de *Tribulus terrestris* qui ont donc obtenus les meilleures performances de croissance comparativement aux autres lots traités aux différentes doses d'extraits de *Tribulus terrestris*. Ces résultats obtenus sont similaire aux observations de Kavitha et Subramanian (2011), Cek et al. (2007a) et Cek et al. (2007b) respectivement sur *Peocilia latipinna*, *P. reticulata* et *Cichlasoma nigrofasciatum*. En effet de part les travaux de ces auteurs il ressort que ces différentes espèces de poissons ont un meilleur taux de croissance avec une augmentation de la concentration de *T. terrestris*. Des auteurs tel que Akram et al., (2011) ont signalé que *Tribulus terrestris* était un activateur de la testostérone ce qui pourrait justifier les meilleurs taux de croissance observés chez ces espèces en relation avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. Toutefois dans le cadre de nos expérimentations nous notons que les performances de croissance des Juvéniles d'*Oreochromis niloticus* n'évoluent pas de façon systématique en fonction de la concentration d'extrait. Une analyse comparative des différents taux de survie à 90 Jours post-fécondation d'âge des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* des lots témoins et des lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* à différentes doses

(40 mg/kg ; 80 mg/kg ; 120 mg/kg ; 160 mg/kg ; 200 mg/kg) et ceux traités à l'extrait de *Tribulus terrestris* (soient aux doses de 1,0 g/kg ; 1,5 g/kg ; 2 g/kg ; 2,5 g/kg ; 3,0 g/kg) des différentes progénitures montre une différence significative ($P < 0,05$) entre les traitements. Toutefois ces résultats obtenus indiquent des taux de survie important (taux allant de 84,16% à 95%) dans l'ensemble des lots traités aux extraits de *Tribulus terrestris*. Alors que ceux traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* montrent des taux de survie relativement plus faible soient des taux de survie allant de $63 \pm 0,6\%$ et $73,26 \pm 0,80\%$. Ces valeurs de taux de survie relativement plus faible observés dans les lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* montrent que ces traitements à l'extrait de *Nauclea latifolia* pourraient avoir un effet délétère sur la survie des Juvéniles d'*Oreochromis niloticus*, comparativement aux autres lots traités à l'extrait de *Tribulus terrestris*. De même il faut noter que la survie n'évolue pas en fonction du traitement au tant dans les lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* que ceux traités à l'extrait de *Tribulus terrestris*. Ces résultats montrent que la dose d'extrait n'affecte pas la mortalité des juvéniles de manière significative. Les résultats obtenus avec les lots traités à l'extrait de *Tribulus terrestris* (soit un taux de survie moyen de $93,28 \pm 1,95\%$) sont similaires à ceux obtenus par Omitoyin et al (2013), soit un taux de survie moyen de $93,23 \pm 3,42\%$ et donc les travaux visaient à évaluer l'effet de *Tribulus terrestris* sur l'inversion du sexe chez *Oreochromis niloticus*. Toutefois les résultats obtenus avec les lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* soit un taux moyen de $68,6 \pm 0,12\%$ sont inférieures à ceux obtenus par Omitoyin et al (2013). Cette différence pourrait s'expliquer par l'usage de plantes androgéniques différentes qui agiraient de façon différentiel sur la survie des Progénitures. Une analyse du sexe ratio à 90 Jours post fécondation obtenue à la suite du sexage des juvéniles d'*Oreochromis niloticus* traités à différentes doses d'extrait de *Nauclea latifolia* et de *Tribulus terrestris* comparativement aux lots témoins (lot traité à la méthyltestostérone et lot non traité) montre un effet significatif du traitement sur le sexe ratio ($p = 0,00 < 0,05$). Des progénitures traités à différentes

doses d'extraits de *Tribulus terrestris*, les taux de masculinisation les plus importants ont été obtenues dans les lots traités à la dose de 2,5g/kg comparativement aux autres lots traités ; soit un taux moyen de $88,33 \pm 1,52$ %. Tandis que dans les lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* ceux traités à la dose 200 mg/kg(T200) ont obtenus un taux de masculinisation plus important comparativement aux autres lots traités à l'extrait, soit un taux moyen de $92 \pm 2,0$ %. De plus il est à noter que le taux moyen de masculinisation de $51 \pm 2,0$ % obtenu dans le lot non traité à *Nauclea latifolia* vient confirmer le ratio de 1 :1(soit 50% de mâle et 50% de femelle) attendus à l'issu d'un tel croisement. Tandis que pour le lot non traité à *Tribulus terrestris* on note un taux de masculinisation de $39,33 \pm 1,52$ % soit un ratio de 1 : 2 (mâle à femelle) ; contrairement au ratio de 1 :1 attendu. Cet écart pourrait être lié aux différences génotypiques des géniteurs ayant servit à l'obtention des différentes progénitures. Toutefois les taux de masculinisation respectifs de $91 \pm 2,0$ % et de $92,66 \pm 2,06$ % obtenus pour l'ensemble des lots traités à la Méthyltestostérone à la dose de 60mg/kg sont plus élevés que ceux trouvés par Marjani et al. (2009) à la même dose chez *Oreochromis mozambicus*. Soit un taux de masculinisation moyen de 74%. Cette différence met en exergue la variabilité de sensibilité inhérente à chaque espèce au cours d'un traitement d'inversion. En effet la dose de 200 mg/kg de *Nauclea latifolia* et celle de 2,5g/kg de *Tribulus terrestris* constituent les doses optimales permettant une masculinisation induite efficiente des Juvéniles d'*Oreochromis niloticus*. Ces résultats obtenus à la dose de 2,5g/kg de l'extrait de *Tribulus terrestris* (soit un taux moyen $88,33 \pm 1,52$ %) sont plus élevés que ceux obtenues par Omitoyin et al (2013) à la même dose, soit un taux moyen de masculinisation de 84%. Cette différence pourrait être due à la variabilité génétique inhérente à chaque individu ce qui aurait une incidence sur la réponse aux différents traitements appliqués. De plus des auteurs tels que Gennotte et al.(2014) attribuent également cette variabilité à une expression différentielle des déterminants du sexe ou de l'équilibre en stéroïdes endogènes au cours de

l'ontogénèse. Toutefois ces résultats sont inférieurs à ceux trouvés par Kavitha et Subramanian, 2011 qui ont obtenus un taux moyen de masculinisation de 97% à l'issu d'un traitement précoce à 0 jpf par immersion des œufs de *P. latipinna* à une concentration de 50 ppm de *Tribulus terrestris*. Cette différence d'action pourrait se justifier par les voies d'administration du traitement qui sont différentes. En effet dans le cadre de nos expérimentations la voie d'administration du traitement est la voie orale via l'aliment alors que dans le cas des travaux de Kavitha et Subramanian, la voie d'administration est la voie cutanée par balnéation. Ces deux voies d'administration agiraient de façon différentielle sur la masculinisation induite des progénitures. De plus il faut également noter que les doses de traitements utilisés pour préparer les extraits sont différentes. En effet ces différentes doses pourraient agir de manière différentielle ou avoir une activité différente sur masculinisation induite des progénitures. De plus il est important de relever que notre matériel animal était constitué des alevins d'*Oreochromis niloticus*, pendant que Kavitha et Subramanian ont effectué leurs travaux sur une espèce différente à savoir *P. latipinna*. En effet il existe une variabilité de la sensibilité aux traitements chez les espèces tels que suggérer par Baras et al., (2001) et Tessama et al.(2006). Variabilité qu'ils attribuent à une hérédité parentale. Il faut également préciser que des auteurs tels que Ghosal et al.,(2014) de part les résultats émanant de leur étude indiquent un effet de masculinisation dépendant de la dose des extraits de *T. terrestris* chez *Oreochromis niloticus*, corroborant d'autres études, où le pourcentage de mâles augmenterait en fonction de la concentration de *T. terrestris* chez *P. latipinna*, *P. reticulata*, *Cichlasoma nigrofasciatum* et *Clarias gariepinus* (Kavitha et Subramanian, 2011; Kavitha et al., 2012; Çek et al., 2007b; Çek et al., 2007a; Turan et Çek, 2007). Toutefois dans le cadre de nos expérimentations, le pourcentage de mâle n'augmente pas systématiquement en fonction de la dose de traitement ce qui ne corrobore pas les résultats des travaux de ces différents auteurs.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude indiquent que les deux plantes étudiées à savoir *Nauclea latifolia* et *Tribulus terrestris* pourraient être utilisées comme une méthode

alternative écologique pour produire une population monosexue mâles chez *Oreochromis niloticus* De ces résultats il ressort que la dose de 200 mg/kg de

Nauclea latifolia et celle de 2,5g/kg de *Tribulus terrestris* ont permis d'obtenir une déviation significative du sexe ratio en faveur des mâles comparativement aux autres extraits appliqués. Eu regard des taux de masculinisations obtenus soient respectivement des taux moyens de $92 \pm 2,0$ % pour *Nauclea latifolia* et de $88,33 \pm 1,52$ % pour *Tribulus terrestris*. Cette action efficiente de ces deux doses d'extraits sur la masculinisation induite se traduit également par les meilleures performances de croissances obtenus dans les lots traités à ces différentes doses comparativement aux autres lots traités aux autres doses d'extraits. Toutefois bien que les progénitures traitées à l'extrait de *Nauclea latifolia* montrent des taux de survie relativement plus faible (soit un taux moyen de $68,6 \pm$

$0,12$ %) comparativement aux lots traités à *Tribulus terrestris* (soit un taux de survie moyen de $93,28 \pm 1,95$ %), la survie n'évolue pas en fonction du traitement autant dans les lots traités à l'extrait de *Nauclea latifolia* que ceux traités à l'extrait de *Tribulus terrestris*. Bien que les proportions de mâles obtenus soient élevées, elles restent cependant inférieures à l'exigence idéale d'une population de 100% mâle. Ainsi, des études supplémentaires seraient nécessaires pour établir un régime de traitement idéal pour la production d'une population de tilapia exclusivement masculine en utilisant ce même matériel végétal et pour fournir des preuves concluantes de leur efficacité en tant qu'agent d'inversion sexuelle dans la culture du tilapia.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier M. FOTSO Robert Directeur du Complexe Agropastoral Fotso Robert (CAP-FORT) pour avoir mis à notre disposition les infrastructures de sa station aquacole pour la

réalisation de ce travail de recherche. Nous tenons également à remercier M. Simo Gabriel, Ingénieur des travaux Halieutes pour sa contribution à la réalisation de cette activité.

BIBLIOGRAPHIE

- Ahmad M. H., Shalaby A. M. E. Khattab Y. A. E., and Abdel-Tawwab M., 2002, Effects of 17 α -methyltestosterone on growth performance and some physiological changes of Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus* L.), Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 4(4) :295-311.
- Akram M., Asif H.M., Akhtar N., Shah P.A., Uzair M., Shaheen G., 2011. *Tribulus terrestris* Linn : a review article. J Med Plants Res 5(16):3601–3605.
- Baras E, Jacobs B, Mélard C, 2001. Effect of water temperature on survival, growth and phenotypic sex of mixed (XX-XY) progenies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture 192:187- 199.
- Baroiller J F, 1988. Étude corrélée de l'apparition des critères morphologiques de différenciation de la gonade et de ses potentialités stéroïdogènes chez *Oreochromis niloticus*. Thèse doctorat, Univ. Pierre-et-Marie-Curie, Paris. pp. 89.
- Baroiller JF, and Jalabert B. 1989. Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias. *Aquat. Living Resour.* 2,105–116.
- Baroiller J.F. and D'Cotta H, 2001. Environment and sex determination in farmed fish. *Comp BiochemPhys C* 130:399-409.
- Çek S, Turan F, Atik E, 2007a. Masculinization of Convict Cichlid (*Cichlosoma nigrofasciatum*) by immersion in *Tribulus terrestris* extract. *Aquaculture International* 15: 109-119.
- Cek S, Turan F, Atik E, 2007b. Masculinization of convict cichlid *Cichlosoma nigrofasciatum*) by immersion in *Tribulus terrestris* extract, *Aquaculture International*, 15:109-119.
- FAO. 2013. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Mettre les systèmes alimentaires au service d'une meilleure nutrition. FAO (Ed), Rome (Italie), 6p.
- FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture, Opportunities and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2014. 223 pp.
- Ganzera M, Bedir E, Khan I A., 2001. Determination of steroidal saponins in *Tribulus terrestris* by reversed phase high-performance liquid chromatography and evaporative light scattering detection, *Journal of Pharmaceutical Science*, 90: 1752–1758.

- Gauthaman K., Adaikan PG., and Prasad RNV, 2002. Aphrodisiac properties of *Tribulus terrestris* extract (Protodioscin) in normal and castrated rats, *Life Sciences*, 71(12): 1385–1396.
- Gennotte V, Melard C, D'Cotta H, Baroiller JF, Rougeot C, 2014. The Sensitive Period for Male-to-Female Sex Reversal Begins at the Embryonic Stage in the Nile Tilapia and is Associated with the Sexual Genotype. *Mol. Reprod. Dev.* 81: 1146_1158.
- Ghosal I. and Chakraborty SB, 2014. Effects of the Aqueous Leaf Extract of *Basella alba* on Sex Reversal of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*; 9(2):162-164.
- Guerrero, R.D. and Shelton, W.L. 1974. An acetocannine squash method for sexing juvenile fishes. *Prog. Fish. Cult.* 36: 56.
- Guerrero RD. and Guerrero LA, 1988. Feasibility of commercial production of sex reversed Nile Tilapia fingerlings in the Philippines. In Pullin, Maclean (eds). *Second International Symposium on Tilapia in aquaculture, march 1987, Thailand ICLARM conf. Proc.* (15): 183-186.
- Hanson TR, Smitherman RD, Shelton WL, Dunham RA, 1983. Growth comparisons of monosex tilapia produced by separation of sexes, hybridization and sex reversal, p. 570-579. In L. Fishelson and Z. Yaron (comps.) *Proceedings of the First International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel.
- Hickling C. F., 1963. The cultivation of tilapia. *Sei. Am.* 208(5): 143-152
- Ishimwe E, 2008. Effets de l'infusé des racines entières de *Nauclea latifolia* Sm. sur les performances de reproduction. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 35.
- Jauncey K, 2000. Nutritionals requirements. M.C.M Beveridge Bj Mc Andrews (eds), *Tilapia: Biology and exploitation*, Kluwer academic Publishers, 327-375.
- Kaliba A R, Osewe KO, Senkondo EM, Mnembuka B V, Quagrainie KK, 2006. Economie analysis of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Production in Tanzania. *Journal of the world aquaculture society.* 37 (4): 464-473.
- Kavitha P. and Subramanian P, 2011. Effect of *Tribulus terrestris* on monosex production in *Poecilia latipinna*, *Current Science*, 101(1) : 100-104.
- Kavitha P, Subramaman P, Ramesh R, 2012. Histopathological changes in *Poecilia latipinna* male gonad due to *Tribulus terrestris* administration. *In vitro Cellular & Developmental Biology-Animal.* Vol 48, Issue 5, pp 306-312.
- Lazard J., 2007. Transfert de poissons et développement de la production piscicole. Exemple de 3 pays d'Afrique Subsaharienne. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 23 : 251-265.
- Majibe M, 2008. Contribution à l'étude des effets androgeniques des extraits lipidiques des racines entières de *Nauclea latifolia* Sm. Thèse : Méd. Vet : Dakar ;
- Marjani M, Jamili S, Mostafavi PG, Ramin M, Mashinchian A, 2009. Influence of 17-alpha methyl testosterone on masculinization and growth in tilapia (*Oreochromis mossambicus*), *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 4: 71-74.
- Melard C., Ducarme C., Lasserre J., 1989. Technologie de l'élevage intensif du tilapia reproduction-croissance-nutrition-production-pathologie-aspects socio-économiques. Éditeurs (laboratoire de démographie des poissons et de pisciculture, CERER - Pisciculture). Tihange, Belgique.
- Ntivuguruzwa J.B., 2008. Effets de l'infusé des racines entières de *Nauclea latifolia* (Sm) sur les performances de croissance de poulet de chair ; Thèse : Méd. Vét. : Dakar.
- Ogunji J. O., and Wirth M., 2000, Partial Replacement of Fish Meal with Some Alternative Protein Sources in the Diet of Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Session : Technologies for livestock production and Aquaculture
- Omitoyin BO, Ajani EK., Sadiq HO, 2013. Preliminary investigation of *Tribulus terrestris* (Linn.1753) extract as natural sex reversal agent in *Oreochromis niloticus* (Linn, 1758) larvae. *International Journal of Aquaculture* ; 3(23) : 133-137.
- Ouedraogo Christian., 2009. Inversion hormonale du sexe par la méthyltestosterone et l'ethynyloestradiol chez le Tilapia *Oreochromis niloticus* L. Diplôme d'Etudes Approfondies

- (DEA) en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles. Université Polytechnique de Bobodioulasso-Burkina Faso.55p.
- Ouedraogo Christian, 2016. Analyse comparative, physiologique et moléculaire des effets de trois traitements masculinisant chez le tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus*, et recherche de marqueurs de traçabilité liés à ces approches. Biologie animale. Université Montpellier II – Sciences et Techniques du Languedoc.
- Philippart JC. and Ruwet JC, 1982. Ecology and distribution of Tilapias. In "the biology and Culture of Tilapias". R.S.V.Pullin, and Lowe-McConnell(eds), ICLARM, Manille, Philippines.pp.15-59.
- Rempel, M.A. and Schlenk, D.,2008. Effects of environmental estrogens and antiandrogens on endocrine function, gene regulation, and health in fish. Int. Rev. Cell Mol. Biol., 267:207-252. DOI: 10.1016/S1937-6448(08)00605-9.
- Rothbard S., Solnik E., Shabbath S., Amado R., Grabie I., 1983 .The technology of mass production of hormonally sex-inversed all male Tilapias. In Fishelton & Yaron (eds). *First International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Israel : 425-434
- Rukundo R., 2007.Contribution à l'étude de l'activité androgénique de *Nauclea latifolia* Sm (Rubiaceae). Thèse :Méd.Vét. : Dakar ; 35.
- Ruwet JC, 1962. La reproduction des *Tilapia macrochir* (Blgr) et *Tilapia melanopleura* (Dum) au lac de barrage de la Lufira (Haut Katanga). Rev. Zool. Bot. Afr. 66 : 244-271.
- Sanches Luís E. F. and Hayashi C., 2001.Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fries performance during sex reversal in hapas. Maringá, v. 23, n. 4, p. 871-876, 2001
- Swingle, H. S. 1960. Comparative evaluation of two tilapias as pondfishes in Alabama. Trans. Amer. Fish. Soc. 89 (2): 142-148.
- Tessema M, Muller-Belecke A, Horstgen-Schwark G. 2006. Effect of rearing temperatures on the sex ratios of *Oreochromis niloticus* populations. Aquaculture 258:270-277.
- Turan F and Çek Ş. 2007. Masculinization of African catfish (*Clarias gariepinus*) treated with gokshura (*Tribulus terrestris*). Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh.; 59(4): 224–229.
- Varadaraj K., Sindhu Kumari, S., and Pandian, T. J. (1994). Comparison of conditions hormonal sex reversal of Mozambique Tilapias. Progressive Fish-cultturst 56: 81-90.