UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA VIE, DE LA SANTE ET DE L'ENVIRONNEMENT (ED-SEV)

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Année : 2017 **N° d'ordre : 201739**

THESE DE DOCTORAT

Présentée par : **Mouhamadou Amadou LY**

Pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université Cheikh Anta Diop

Spécialité : Ecologie et gestion des écosystèmes

Premières estimations des besoins alimentaires et nutritionnels des juvéniles de la perche du Nil, *Lates niloticus* (poisson, téléostéen) en vue de la domestication de l'espèce

Soutenue publiquement le 07 Août 2017, devant le jury composé de :

Président	M. Ousmane	FAYE	Professeur titulaire	(FST-UCAD)
Rapporteurs	M. Abdoulaye	DIENG	Maitre de conférences	(ENSA-UT)
	Mme Nicole Idohou	DOSSOU	Maitre de conférences	(FST-UCAD)
	M. Papa	NDIAYE	Maitre de recherches	(IFAN-UCAD)
Examinateurs	M. Malick	DIOUF	Maitre de conférences	(FST-UCAD)
	M. Papa Ibnou	NDIAYE	Maitre de conférences	(FST-UCAD)
	M. Farokh	NIASS	Maitre-assistant	(S2ATA-UGB)
Directeur	**M. Cheikh Tidiane**	**BA**	Professeur titulaire	(FST-UCAD)

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA VIE, DE LA SANTE ET DE L'ENVIRONNEMENT (ED-SEV)

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Année : 2017 **N° d'ordre : 201739**

THESE DE DOCTORAT

Présentée par : **Mouhamadou Amadou LY**

Pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université Cheikh Anta Diop

Spécialité : Ecologie et gestion des écosystèmes

Premières estimations des besoins alimentaires et nutritionnels des juvéniles de la perche du Nil, *Lates niloticus* (poisson, téléostéen) en vue de la domestication de l'espèce

Soutenue publiquement le 07 Août 2017, devant le jury composé de :

Président	M. Ousmane	FAYE	Professeur titulaire	(FST-UCAD)
Rapporteurs	M. Abdoulaye	DIENG	Maitre de conférences	(ENSA-UT)
	Mme Nicole Idohou	DOSSOU	Maitre de conférences	(FST-UCAD)
	M. Papa	NDIAYE	Maitre de recherches	(IFAN-UCAD)
Examinateurs	M. Malick	DIOUF	Maitre de conférences	(FST-UCAD)
	M. Papa Ibnou	NDIAYE	Maitre de conférences	(FST-UCAD)
	M. Farokh	NIASS	Maitre-assistant	(S2ATA-UGB)
Directeur	**M. Cheikh Tidiane**	**BA**	Professeur titulaire	(FST-UCAD)

Dédicace

Je dédie ce travail à ma fille Selly LY, mon épouse Oumoul TALLA, mon père Amadou Tidiane LY, ma mère Oumou Selly LY, feu Papa Abdoulaye LY, que la terre lui soit légère, mes frères et sœurs, pour l'amour et la solidarité indéfectible qui nous lient, mes oncles, tantes, pour leur soutien et conseils, mes cousins et cousines, neveux et nièces, pour l'attachement et l'amour familial et enfin mes amis (es), pour leur profonde reconnaissance.

Remerciements

Ce travail a été réalisé sous la direction du Professeur Cheikh Tidiane BA, responsable du laboratoire de Biologie évolutive, écologie et gestion des écosystèmes de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

Le travail de terrain, à savoir les expérimentations, a été mené dans la ferme agricole de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis.

De nombreuses personnes physiques et morales ont contribué au bon déroulement de ce travail.

Professeur Cheikh Tidiane Ba, mon Directeur de thèse, a suivi l'ensemble de ce travail avec un grand intérêt. Il s'est rendu disponible malgré son emploi du temps souvent très chargé, pour lire et relire mes écrits. J'ai beaucoup apprécié la rigueur et la clarté de son raisonnement scientifique. Aussi, voudrais-je lui exprimer, ici, mes sentiments respectueux et reconnaissants.

Tous nos remerciements au Pr. Ousmane Faye pour la présidence de cette soutenance.

Nos remerciements les plus sincères sont aux Pr. Abdoulaye Dieng, Nicole Idohou Dossou et Papa Ndiaye qui nous ont fait l'honneur d'être les rapporteurs de cette thèse, et qui ont bien voulu nous faire part de leurs pertinentes critiques et suggestions, et aux Pr Malick Diouf, Papa Ibnou Ndiaye et Farokh Niass qui nous ont fait l'honneur d'être examinateurs de notre travail.

Nous aimerions remercier Drs Kutsal Gamsis de Ege University (Turquie), Hastings Zidana du Centre National d'Aquaculture (Malawi), pour m'avoir accueilli dans leurs laboratoires respectifs, Shien Yew-Hu, et Ching Hwa Liou de National Taiwan Ocean University (Taiwan) pour la rédaction d'articles, leurs conseils et rigueur scientifiques.

Nous sommes également reconnaissant vis-à-vis des collègues de l'Unité de Formation et de Recherche des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis pour leurs conseils, soutiens et amitiés.

Merci aussi aux Personnels Administratifs, Techniques et de Services PATS de l'Unité de Formation et de Recherche des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis pour leur sympathie et leurs appuis multiformes tout au long de ce travail.

Titre : Premières estimations des besoins alimentaires et nutritionnels des juvéniles de la perche du Nil, *Lates niloticus* (poisson, téléostéen) en vue de la domestication de l'espèce

Résumé : Une série d'expériences ont été réalisée en triplicata afin de comprendre les effets de trois régimes alimentaires sur la croissance des juvéniles de *Lates niloticus*. L'objectif a été d'étudier, certaines variables nutritionnelles durant la phase de pré-grossissement de l'espèce et d'évaluer les capacités de valorisation de la farine de soja incorporée dans la formulation de l'aliment. Après des généralités sur l'importance de l'aquaculture, les différentes sources d'ingrédients utilisées en alimentation des poissons et sur la bioécologie de *Lates niloticus*, nous avons comparé cinq régimes alimentaires contenant 30 %, 35 %, 40 %, 45 % et 50 % de protéines, puis évalué les effets de la variation des teneurs en lipides (9%, 11%, 13%, 15%) sur la croissance de *Lates niloticus* et enfin étudié la possibilité de substituer partiellement des farines d'origine animale par des farines d'origine végétale (tourteaux de soja) et les effets sur les performances de croissance, l'efficacité alimentaire et la composition de la chair chez les juvéniles de *L. niloticus*. Les résultats obtenus ont montré qu'une augmentation des teneurs en protéines jusqu'à 45 % améliore le gain de poids journalier et le taux de croissance spécifique. Il a été noté chez les poissons nourris avec des régimes contenant plus de 45 % de protéines des teneurs plus élevées en protéines dans leur chair, comparés à ceux qui sont nourris avec des régimes comprenant entre 30 et 40 %. Les poissons nourris avec le régime contenant 50 % de protéines ont accumulé plus de lipides corporels tandis que la plus faible accumulation a été observée avec le poisson initial. Le taux d'efficacité protéique croît avec augmentation de la teneur en lipides dans l'aliment jusqu'à 11 %. Une augmentation significative des dépôts de lipides corporelles a été observée avec l'augmentation de la teneur en lipides des aliments. Dans les conditions expérimentales appliquées, les résultats montrent que pour de meilleures performances de croissance, il faut 45 % de protéines et 9,79 % de lipides dans les régimes alimentaires des juvéniles de *Lates niloticus.* En plus, il est possible de substituer 50% de la farine de poisson par la farine de soja dans l'alimentation des juvéniles de *Lates niloticus* sans compromettre leur croissance.

Mots-clés : croissance, farine de poisson, *Lates niloticus*, lipides, nutrition, protéines, substitution.

First estimations of feeding and nutritional requirements of juveniles Nile perch, *Lates niloticus* (teleost fish) and the use of soybean meal for the domestication of this species.

Abstract: A series of experiments is carried out in triplicate in order to understand the effects of three diets on the growth of juveniles *Lates niloticus*. This study aims to establish nutritional variables during the ongrowing stage and to examine the possible use of soybean meal in his formulated feed. After genralities on the importance of aquaculture, the different ingredients sources used in fish feed, and in particular on the bioecology of *Lates niloticus*, we compared the effects of five diets containing 30 %, 35 %, 40 %, 45 % and 50 % protein on growth, then we evaluated the effects of lipid levels (9 %, 11 %, 13 % and 15 %) on growth of *Lates niloticus*. At the end, the effects of fishmeal substitution by soybean meal on growth, feed efficiency and composition of flesh in juveniles of *L. niloticus* are studied. Results showed that the daily weight gain and the specific growth rate increased with the increase in protein contents up to 45%. We noted that fish fed diets containing more than 45% protein have the highest protein content in their flesh, followed by those fed diets of 30-40%. Fish fed diet containing 50% protein accumulated more body fat while the lowest accumulation was observed with the initial fish. The protein efficiency rate increases with increasing lipid content in the food up to 11%. A significant increase in body lipid deposition was observed with increasing lipid content in foods. Under the applied experimental conditions, the results show that for better growth performances, 45% protein and 9.79% lipids are required in the diets of *Lates niloticus* juvenile. In addition, the soybean meal could partially replace up to 51% the dietary fishmeal in its fingerling without negative effect on growth.

Key words: fish meal, growth, *Lates niloticus*, lipids, nutrition, protein, substitution

Listes des abréviations et acronymes

AFVP	Association Française des Volontaires du Progrès
ANA	Agence Nationale de l'Aquaculture (Sénégal)
ANOVA	Analysis Of Variance (Analyse de variance)
AOAC	Association of Official Analysis Chemists (Méthodes standards des analyses chimiques)
CEP	Coefficient d'Efficacité Protéique
CT	Cendre Totaux
CTFT	Centre Technique de Formation Tropicale
ENA	Extractif Non Azoté
ENSA	Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture
ESM	Erreur Standard sur la Moyenne
FAO	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
GP	Gain de Poids
IU	Unité Internationale
IUPA	Institut Universitaire de Pêche et Aquaculture
K	Coefficient de condition
Kg/an	Kilogramme par an
LT	Longueur Totale
MAT	Matière Azotée Totale
Min	Minéraux
MS	Matières Sèches
N	Nitrogène (Azote)
NRC	National Research Council (Conseil National de Recherche du Canada)
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
SAED	Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé
SAS	Statistical Analysis Software (Logiciel d'analyse statistique)
TCA	Taux de Conversion Alimentaire
TCS	Taux de Croissance Spécifique
TE	Teneur en Eau

Listes des abréviations et acronymes (suite)

TL	Teneur en Lipides
TS	Taux de Survie
UCAD	Université Cheikh Anta Diop
UE	Union Européenne
UGB	Université Gaston Berger
UNDP	United Nation Development Program (Programme des Nations Unis pour le Développement)
USAID	United State Agency for International Development (Agence des États-Unis pour le Développement International)
USD	United State Dollar (Dollar Américain)
UT	Université de Thiés

Liste des figures

Figure 1	Productions halieutiques et aquacoles mondiales	3
Figure 2	Offre et utilisation de poisson dans le monde	4
Figure 3	Part de l'aquaculture dans la production totale d'animaux aquatiques	5
Figure 4	Production mondiale de farine de poisson	9
Figure 5	Distribution géographique de *Lates niloticus*	17
Figure 6	Morphologie de *L. niloticus* adulte	19
Figure 7	Phases embryonnaires de *L. niloticus*	24
Figure 8	Phases larvaires de *L. niloticus*	27
Figure 9	Juvénile de *L. niloticus*	28
Figure 10	Régression de second degré du taux de croissance spécifique sur la teneur en lipides de l'aliment chez des juvéniles de *L. niloticus*	56

Liste des tableaux

Tableau I	Taille de première maturité sexuelle de *Lates niloticus*	30
Tableau II	Aliment expérimental utilisé pour tester l'effet des protéines sur la croissance et la composition biochimique de l'aliment sur des juvéniles de *L. niloticus*.	39
Tableau III	Aliment expérimental utilisé pour tester l'effet des lipides sur la croissance et la composition biochimique de l'aliment sur des juvéniles de *L. niloticus*.	40
Tableau IV	Aliment expérimental utilisé pour tester l'effet de substituer la farine de poisson par la farine de soja sur la croissance et la composition biochimique de l'aliment sur des juvéniles de *L. niloticus*.	41
Tableau V	Performances de croissances et taux de survie en fonction de la teneur en protéines de l'aliment chez les juvéniles de *L. niloticus*	50
Tableau VI	Composition biochimique de la carcasse des poisons en début et fin d'expérience en fonction de la teneur en protéines de l'aliment des juvéniles de la *L. niloticus*	51
Tableau VII	Performances de croissances et de survie en fonction de la teneur en lipides de l'aliment chez des juvéniles de *L. niloticus* nourris avec l'aliment expérimental	53
Tableau VIII	Composition biochimique de la carcasse des juvéniles en fonction des lipides de l'aliment chez des juvéniles de *L. niloticus* nourris avec l'aliment expérimental	55
Tableau IX	Performances de croissances et taux de survie des différents lots de *L. niloticus* nourris avec des régimes alimentaires avec ou sans farine de soja durant 8 semaines d'expérimentation	57
Tableau X	Composition biochimique de la carcasse des poisons en début et fin d'expérience des juvéniles de *L. niloticus* nourris avec des régimes alimentaires avec ou sans farine de soja	60

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE 1
CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'AQUACULTURE 3
1.1 AQUACULTURE ET PECHE 3
1.2 AQUACULTURE ET ALIMENTATION 7
1.2.1 Ingrédients d'origine animale 8
1.2.2 Ingrédients d'origine végétale 11
1.2.3 Substitution des ingrédients d'origine animale par des ingrédients d'origine végétale. 13
CHAPITRE II. BIOECOLOGIE DE *LATES NILOTICUS* 16
2.1 REPARTITION GEOGRAPHIQUE 16
2.2 POSITION SYSTEMATIQUES 18
2.3 CARACTERES MORPHOMETRIQUES 18
2.4. CARACTERES BIOLOGIQUES 21
2.4.1. Milieu de vie 21
2.4.2. Caractères d'identification des sexes 22
2.4.3 Reproduction 22
2.5 DIFFERENTES ETAPES DE DEVELOPPEMENT 24
2.5.1 Phases embryonnaires 24
2.5.2 Phases larvaires 25
2.5.3 Phase juvénile 28
2.5.4 Phase adulte 28
2.6 ALIMENTATION 31
2.7 CROISSANCE 32
2.8 MORTALITE 34
CHAPITRE III : BESOINS ALIMENTAIRES ET NUTRITIONNELS DE *LATES NILOTICUS* 35
INTRODUCTION 35
3.1 MATERIELS ET METHODES 37
3.1.1 Matériel biologique 37
3.1.2 Dispositif expérimental 37
3.1.3 Aliments expérimentaux et nourrissage 38
3.1.4 Echantillonnage et analyses chimiques 42
3.1.5 Calculs et analyses statistiques 48
3.2. RESULTATS 49
3.2.1 Effet des variations de la teneur en protéines de l'aliment sur la croissance et la composition biochimique de la carcasse des juvéniles de *L. niloticus* 49

3.2.2 Effet des variations de la teneur en lipides dans l'aliment sur la croissance et la composition biochimique de la carcasse des juvéniles de *L. niloticus*.....52

3.2.3 Essai de substitution de la farine de poisson par la farine de soja dans la formulation des aliments sur la croissance des juvéniles de *L. niloticus*. 56

3.3 DISCUSSION.....61

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....69

REFERENCES.....71

ANNEXES 91

INTRODUCTION GENERALE

L'aquaculture est la science qui étudie la culture d'organismes aquatiques, y compris poissons, mollusques, crustacés et plantes aquatiques en eau douce, saumâtre et salée. En aquaculture, le coût de l'aliment représente 60 à 70% du coût de la production piscicole dans des systèmes d'élevage intensifs. La détermination des besoins alimentaires et nutritionnels des poissons notamment en protéines est un élément déterminant dans l'étude de la croissance. En effet, les protéines représentent le coût le plus élevé dans l'alimentation, favorisent la croissance et sont nécessaires à la reproduction et à la survie des poissons (Wilson & Halver, 1986 ; Lovell, 1989 ; Fagbenro *et al*. 1992 ; Meyer & Fracalossi, 2005 ; Martinez-Palacios *et al*. 2007 ; Zuanon *et al*. 2009). Les protéines fournissent les acides aminés, l'azote et l'énergie au poisson (NRC, 1993 ; Kaushik & Medale, 1994). C'est ainsi que la farine de poisson, en raison de sa richesse en acides aminés essentiels et de sa palatabilité, est très utilisée dans l'alimentation des poissons.

Cependant, la demande croissante en produits halieutiques pour la consommation humaine, le coût élevé et l'instabilité de l'approvisionnement en farine de poisson en aquaculture ont orienté les recherches vers des sources alternatives de protéines, notamment les protéines d'origine végétale (Kenan & Chris, 2005). Parmi ces sources de protéines, le tourteau de soja est l'ingrédient le plus utilisé en raison de sa disponibilité, de son prix comparé au prix de la farine de poisson et de sa bonne valeur nutritionnelle (Hernandez *et al*. 2004 ; Rondan *et al*. 2004). Toute réduction de la teneur en protéines d'origine animale dans les régimes alimentaires des espèces élevés en aquaculture sans affecter leur croissance peut réduire sensiblement le coût de l'alimentation chez les poissons (Fiogbé, 1996 ; Kim *et al*. 2003).

Dans l'alimentation aquacole, les lipides jouent un rôle important en tant que source potentielle d'énergie, d'acides gras essentiels et de vitamines liposolubles. Ils affectent aussi la qualité de la chair des poissons d'élevage en raison de leur influence sur la composition en acides gras corporels (Guillon *et al*. 1995). En plus, l'apport de lipides dans l'alimentation des poissons permet une utilisation plus efficace des protéines, par apport d'énergie non protéique (De silva *et al*. 1991). Cependant, les poissons sont capables d'utiliser les lipides alimentaires jusqu'à un niveau, au-dessus duquel la croissance peut être retardée en raison de la réduction de la prise de nourriture (Daniels & Robinson, 1986 ; Ellis & Reigh, 1991). En outre, un apport élevé en

lipides dans l'alimentation des poissons peut entraîner une augmentation des dépôts lipidiques corporels et affecter la qualité des carcasses (Hillestad & Johnsen, 1994).

La perche du Nil, *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758) est un poisson carnivore d'eau douce. Elle est considérée comme une espèce à fort potentiel aquacole en raison de sa croissance rapide, de la bonne qualité gustative de sa chair ferme et de sa haute valeur commerciale. Toutefois, son utilisation à des fins piscicoles est limitée par la difficulté d'approvisionnement en alevins de qualité et par l'absence de connaissances ou le manque d'études sur les besoins alimentaires et nutritionnels de l'espèce. Ce déficit de connaissances est un frein à l'optimisation de formules alimentaires. C'est ainsi que la détermination des besoins alimentaires et nutritionnels est nécessaire pour ne pas dire indispensable à la performance des systèmes de production aquacole de la perche du Nil. Ce travail vise à étudier l'effet des protéines et lipides ainsi que de la farine de soja sur les performances de croissance et la composition de la chair de juvéniles de *Lates niloticus*.

L'objectif général de ce travail est de contribuer à la connaissance des facteurs alimentaires et nutritionnels essentiels pour la domestication de *L. niloticus*.

Les objectifs spécifiques sont, d'une part, l'établissement des facteurs nutritionnels indispensables au pré grossissement des juvéniles de *L. niloticus*, et d'autre part, l'examen de la possibilité de substitution de la farine de poisson par la farine de soja sans compromettre leur croissance. Ce travail comporte trois chapitres.

Le premier est consacré à des généralités sur l'aquaculture dans le monde, en Afrique et au Sénégal.

Le deuxième et le troisième portent respectivement sur la bio-écologie et les besoins alimentaires et nutritionnels de *Lates niloticus*.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'AQUACULTURE

Ce chapitre présente d'abord l'état de l'aquaculture et des pêcheries dans le monde, en Afrique et au Sénégal. Ensuite, une synthèse est faite sur l'alimentation et la nutrition en aquaculture.

1.1 AQUACULTURE ET PECHE

Les pêcheries mondiales sont aujourd'hui en nette dégradation depuis le début des années 70, en raison notamment de la situation de surexploitation des principaux stocks d'intérêt économique. C'est dans ce contexte que s'est développée l'aquaculture, activité très vite apparue comme une alternative pour une gestion durable des espèces aquatiques.

La pêche et l'aquaculture contribuent de façon déterminante au bien-être et à la prospérité des habitants de ce monde. Les poissons constituent une source de protéines à valeur biologique élevée, couvrant actuellement près de 20 pour cent de l'apport protéique dans le monde. Les poissons sont d'excellents vecteurs d'autres micronutriments comme les oligoéléments, vitamines ou provitamines (Kaushik, 2004).

La production mondiale des pêches et de l'aquaculture a atteint 167,2 millions de tonnes de poissons en 2014 (Figure 1), dont 146,3 millions de tonnes destinées à la consommation humaine (Figure 2).

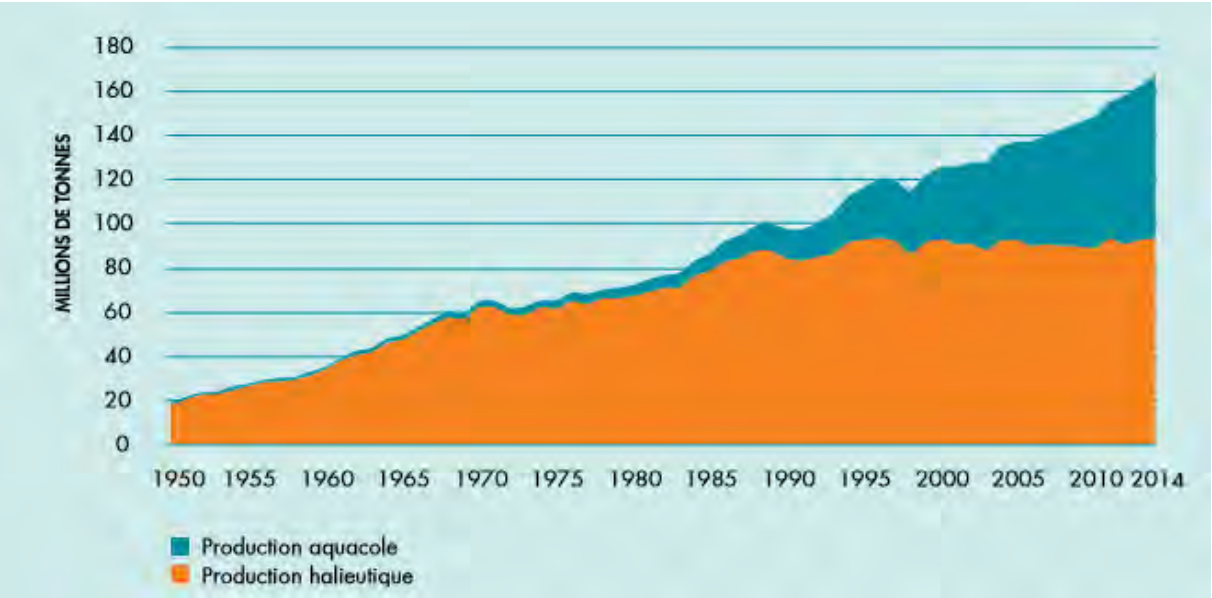


Figure 1. Productions halieutiques et aquacoles mondiales (FAO, 2016).

Selon le rapport de la situation mondiale des pêches et aquacultures de la FAO (2016), l'aquaculture a contribué à hauteur de 73,8 millions de tonnes, équivalant à 160,2 milliards de dollars américain, dont 49,8 millions de tonnes de poissons d'élevage destinés à la consommation humaine (soit une valeur estimée à 119,4 milliards de dollars américain), 16,1 millions de tonnes de mollusques (19 milliards d'USD), 6,9 millions de tonnes de crustacés (36,2 milliards d'USD) et 7,3 millions de tonnes d'autres animaux aquatiques, grenouilles comprises (3,7 milliards d'USD).

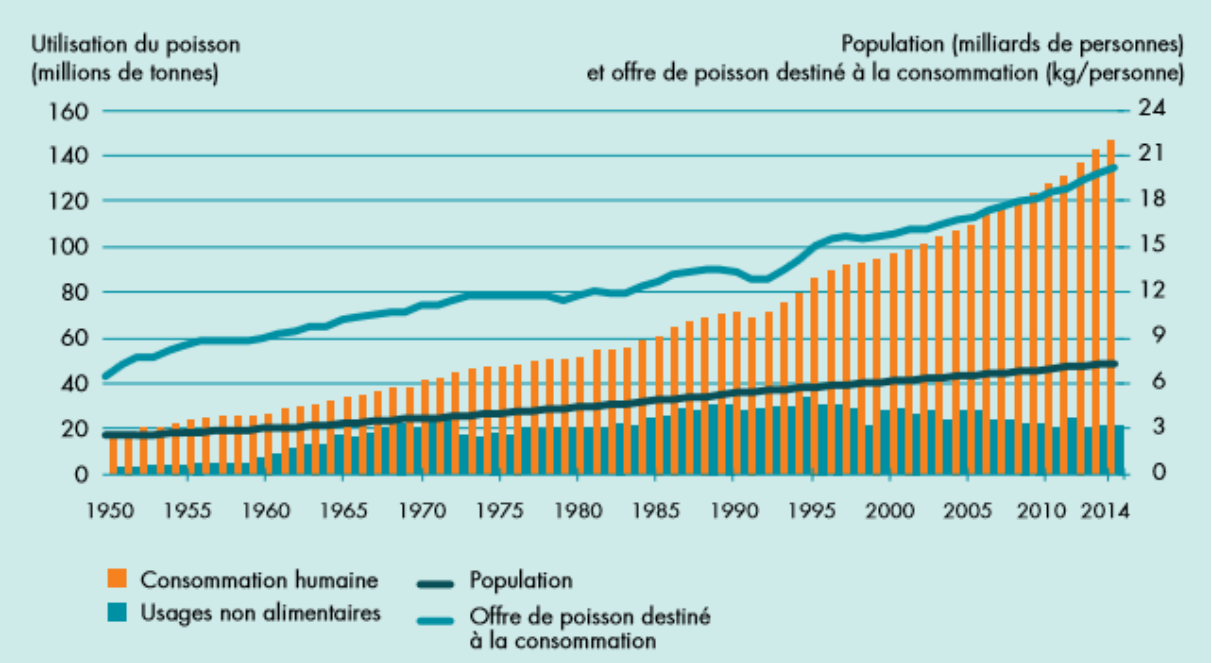


Figure 2. Offre et utilisation de poisson dans le monde (FAO, 2016).

La production aquacole mondiale a contribué à hauteur de 44,1 pour cent à la production totale (y compris celle destinée à des usages non alimentaires) de la pêche de capture et de l'aquaculture en 2014, contre 42,1 pour cent en 2012 et 31,1 pour cent en 2004 (Figure 3) (FAO 2016).

Cette contribution de l'aquaculture aux approvisionnements mondiaux de poissons a connu un véritable essor durant les années 70, avec un taux de croissance annuel moyen de 8,8 pour cent. De moins d'un million de tonnes dans les années 50, l'aquaculture a produit environ 55,7 millions de tonnes en 2009 et 70,3 millions de tonnes en 2013. Quelque 600 espèces aquatiques sont élevées dans environ 190 pays, dans des systèmes de production variés, qui se différencient notamment par la quantité des intrants utilisés et la sophistication technologique (FAO, 2016). L'Asie est le plus grand producteur aquacole mondiale avec plus de 53,30

millions de tonnes en 2010, soit 89 pour cent de la production aquacole mondiale (excepté les plantes aquatiques), suivi de l'Amérique avec 2,576 millions de tonnes soit 4,3 pour cent, puis l'Europe avec 2,523 millions de tonnes soit 4,2 pour cent, puis l'Afrique avec 1,288 millions de tonnes soit 2,2 pour cent et de l'Océanie avec 0,183 millions de tonnes soit 0,3 pour cent (FAO, 2016).

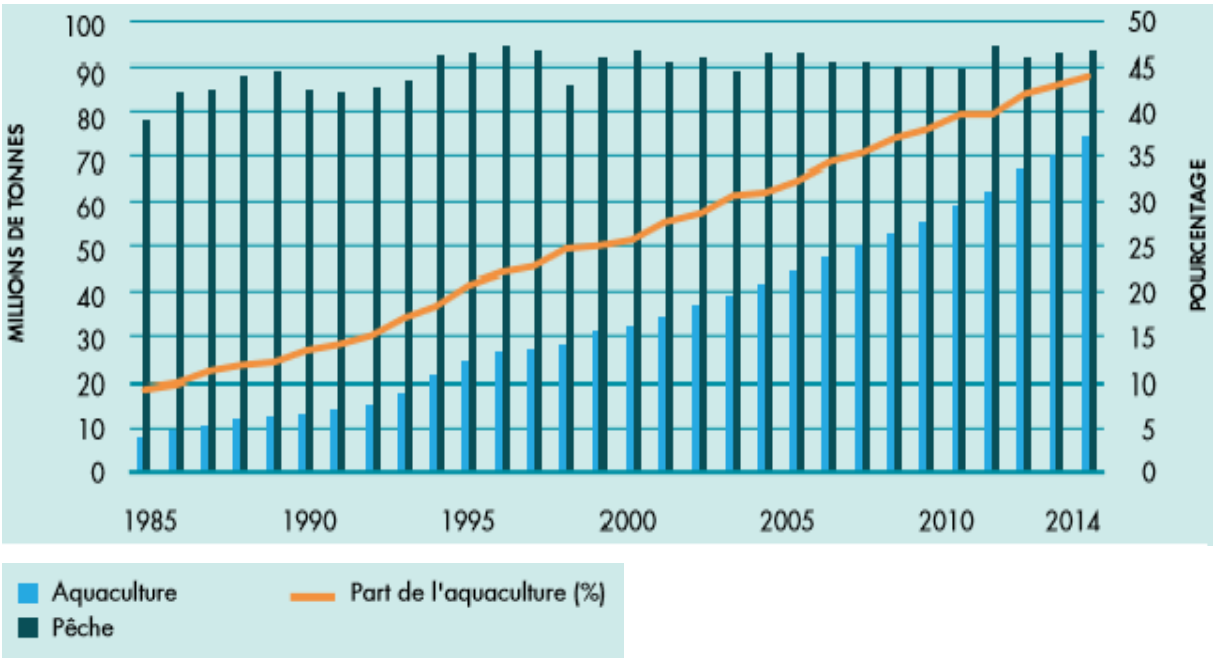


Figure 3. Part de l'aquaculture dans la production totale d'animaux aquatiques (FAO, 2016).

La contribution de l'Afrique à la production mondiale reste faible. Elle est passée de 1,2 pour cent en 1980 à 2,32 pour cent en 2014, surtout en raison du développement rapide de l'aquaculture en eau douce en Afrique subsaharienne.

Pourtant, l'aquaculture a été introduite dans le continent africain au cours des années 1940 par les colonisateurs occidentaux en raison des immenses potentialités aquacoles naturelles de l'Afrique. La valorisation à des fins aquacoles de ces potentialités biophysiques aurait sûrement dû être un puissant facteur de développement économique durable, de sécurité alimentaire et de lutte contre la pauvreté et la misère en Afrique.

Cependant, en dépit de multiples efforts entrepris par les gouvernements et les bailleurs de fonds internationaux pour stimuler son développement, le secteur aquacole africain est resté à la traîne et n'a pas pu atteindre les résultats escomptés. Malheureusement, la plupart des pays

africains ont recours aux importations de poissons pour satisfaire la demande locale. Les Etats africains importent environ 4,2 millions de tonnes de poisson par année pour une valeur estimée à 2,2 milliards d'euros. Dès lors, la nécessité de développer ce secteur s'impose avec acuité pour inverser cette tendance (Brummett *et al*. 2008).

En l'Afrique de l'Ouest, le Sénégal est connu pour le niveau élevé de productions et d'exportations des produits de la pêche. La moyenne de la production annuelle totale de poissons au cours de cette dernière décennie est de 400 000 tonnes. La pêche maritime fournit environ 90 pour cent de la totalité des captures et est la première source de devises devant le tourisme. Elle constitue de ce fait un secteur vital pour le pays. La moyenne nationale de consommation de poissons par habitant est estimée à 28,1 kg/an, plaçant ce produit comme la première source de protéines animales pour les populations, loin devant la viande (17,1 kg/an) (Diop *et al*. 2009).
Devant les menaces qui pèsent sur la viabilité à long terme des pêches maritimes et face à la pauvreté croissante des populations sénégalaises, notamment rurales, l'impulsion d'un développement maîtrisé de la pêche continentale et de l'aquaculture ainsi que la restauration des stocks et des habitats marins fortement dégradés sont les plus grands défis à relever en priorité.

Les captures de la pêche continentale au Sénégal sont estimées à 37 000 tonnes, dont 14 000 en eau douce et 23 000 en eau saumâtre. Elle a connu une régression des captures en raison essentiellement des déficits pluviométriques successifs (sécheresse des années soixante-dix), de la modification des régimes hydrologiques des principaux cours d'eau par les plantes introduites comme le Typha. Conséquemment, le développement de l'agriculture industrielle (tomate, sucre) et la riziculture dans la région nord du pays ont contraint bon nombre de pêcheurs à une reconversion temporaire ou permanente comme ouvriers agricoles (Diop *et al*. 2009).

Au Sénégal, l'aquaculture a très tôt été perçue comme une alternative à la baisse de la production continentale, mais elle n'a pu connaître un développement soutenu malgré les initiatives individuelles et les nombreux projets mis en œuvre. De nombreux projets aquacoles ont été financés depuis les années 70 par le gouvernement et les bailleurs de fonds internationaux (USAID, AFVP, SAED, etc) pour le développement du secteur de l'aquaculture au Sénégal. Mais malheureusement, l'aquaculture est toujours à l'état embryonnaire du fait d'une absence quasi généralisée de compétitivité des systèmes de production utilisés. Cet état

de développement de l'aquaculture au Sénégal s'explique par une méconnaissance des techniques aquacoles (insuffisance de juvénile de qualité conséquence des méthodes rudimentaires et inefficaces d'alevinage, disponibilité limitée ou accès difficile aux aliments équilibrés pour poisson résultant de l'insuffisance des usines locales de fabrication d'aliments piscicole). De surcroît, des difficultés d'accès aux capitaux d'investissement et de gestion des fermes aquacoles qui résultent du niveau très faible d'épargne des aquaculteurs potentiels, manque de confiance des institutions financières locales à l'aquaculture comme une activité potentiellement commerciale, économiquement et financièrement rentable, et des contraintes environnementales. Au niveau du fleuve Sénégal, les eaux sont sujettes à une forte turbidité d'origine terrigène durant aux moins les quatre mois de la saison des pluies (Juillet – octobre). Au niveau des fleuves Casamance et Sine Saloum, la véritable contrainte serait les hausses de salinité qui peuvent dépasser 40 g/l durant la saison sèche. Ces différentes contraintes ont un impact considérable tant sur la production d'alevins que sur les rendements des systèmes de production de poissons de taille marchande.

L'aquaculture paysanne de type familial avec comme objectif l'autoconsommation ou la lutte contre la malnutrition doit être conjuguée au passé, pour laisser la place à une aquaculture moderne de type commerciale. Aujourd'hui, l'émergence d'une aquaculture commerciale à petite et à grande échelle, avec comme objectif de maximiser les profits, est d'actualité dans de nombreux pays africains.

La recherche dans le domaine de la nutrition des poissons au Sénégal se développent récemment avec entre autres les études sur l'effet des taux de protéines sur la performance des larves mono sexés du tilapia (Loum *et al*. 2013), l'utilisation des liants locaux sur le régime des tilapia (Sarr *et al*. 2015), l'effet de différents types d'huiles locales sur la croissance et la composition du tilapia (Sagne *et al*. 2013), l'inclusion d'éco-enzyme dans l'aliment sur la performance et la composition biochimique corporelle du tilapia (Tokpohozin *et al*. 2015).

1.2 AQUACULTURE ET ALIMENTATION

Pour répondre à la demande croissante en poissons d'élevage, il faudra maitriser entre autres conditions, un approvisionnement régulier en aliments (ingrédients, nutriments) en quantités et en qualités adéquates pour chaque espèce aquatique élevée. La production aquacole ne peut être rentable qu'à la condition que les exploitants aient accès à des aliments équilibrés à des

prix compétitifs. Il s'avère donc nécessaire d'optimiser la production d'aliments ainsi que les pratiques de gestion des aliments sur le lieu d'exploitation.
Les problèmes de la formulation sont liés en particulier, à la fourniture d'aliments adaptés aux espèces et répondant aux besoins nutritionnels des poissons d'élevage aux différents stades de développement. Ces problèmes restent des questions importantes pour les secteurs de la production d'aliments, que celle-ci se fasse à l'échelle commerciale ou sur le lieu d'exploitation (Hasan & New, 2013).

Le débat sur la disponibilité et l'utilisation des aliments aquacoles se concentraient généralement sur les farines et les huiles de poisson. Compte tenu des tendances passées et des prévisions actuelles, on note que la viabilité de l'aquaculture dépendra plutôt d'approvisionnements réguliers en ingrédients tels que les protéines, les huiles et les hydrates de carbone d'origines végétales ou issues d'animaux terrestres.

Selon les estimations de la FAO (2008), près de 31,7 millions de tonnes de poisson et crustacés (soit 46,1 % de la production aquacole, plantes aquatiques comprises) étaient exclusivement nourris avec des aliments aquacoles exportés ou fabriqués à l'échelle industrielle sous forme d'aliments composés.
L'aquaculture avec alimentation d'appoint représente 81,2 % de la production mondiale de poissons et crustacés d'élevage, correspondant à 38,8 millions de tonnes (FAO 2014). Plus de 200 espèces de poissons et crustacés d'élevage sont actuellement nourries avec des aliments aquacoles produits hors exploitations. Les poissons d'eau douce comme les carpes et autres cyprinidés, les tilapias, les silures, entre autres, représentent plus de 67,7 % de la production aquacole de poissons nourris. Les ingrédients peuvent être d'origine animale et végétale (Medale *et al*. 2013).

1.2.1 Ingrédients d'origine animale

Les protéines et lipides d'origine animale utilisés en aquaculture sont constitués en majeure partie de farines et d'huiles de poisson et de crustacés, de sous-produits de poissons et de crustacés ou de zooplanctons. Les farines et huiles dérivées de poissons et de crustacés entiers capturés à l'état sauvage, y compris les prises accessoires, sont actuellement les principales

sources de protéines et de lipides d'origine aquatique utilisées pour l'alimentation animale. La majorité des farines de poisson sont produites à base de poisson entier présentant un faible intérêt pour le marché de consommation humaine (petite taille, présence d'arêtes). La pêche minotière (spécifique pour la production de farines et d'huiles de poisson) concerne l'anchois du Pérou (*Engraulis ringens*), le merlan bleu (*Micromesistius poutassou*), l'anchois japonais (*Engraulis japonicus*) et certaines espèces de maquereaux, de sardines et de hareng (Shepherd *et al*. 2005). Le Pérou produit près d'un tiers de toutes les farines de poisson utilisées dans le monde (majoritairement de la farine d'anchois). Les autres principaux pays producteurs sont le Chili, la Thaïlande, la Chine, les Etats-Unis, le Danemark, l'Islande et la Norvège (Medale & Kaushik, 2009).

La farine et l'huile de poisson sont encore considérées comme les ingrédients les plus nutritifs et les plus digestes pour les poissons d'élevage. La progression de la demande d'aliments aquacoles ayant contribué à faire monter les prix, la quantité de farine et d'huile de poisson qui entre dans les aliments composés utilisés en aquaculture a clairement amorcé une tendance à la baisse, ces produits étant désormais employés de façon plus sélective comme ingrédients stratégiques, à des concentrations inférieures et à des stades critiques de la production, en particulier dans les écloseries, pour le stock de géniteurs et dans les rations de finition.

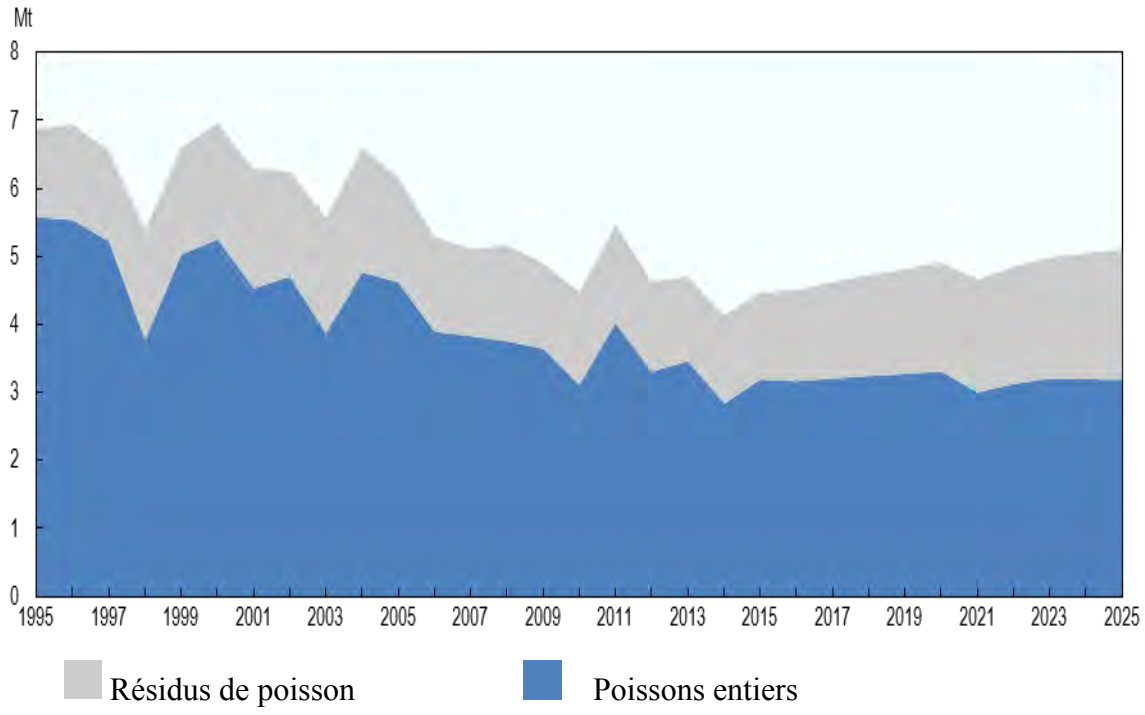


Figure 4: Production mondiale de la farine de poisson (OCDE/FAO, 2016)

L'offre mondiale de farine de poisson est passée de 7 millions de tonnes de 1996 à 5,5 millions de tonnes par an, en 2003 (Figure 4). Elle a ensuite diminué régulièrement pour atteindre 5 millions de tonnes, en 2007. Les plus fortes fluctuations sont liées à des événements climatiques tels qu'El Nino (FAO, 2016).

De même, la production mondiale d'huile de poisson a augmenté progressivement, passant de 1,02 million de tonnes de 1976 à 1,50 million de tonnes en 1994, avant de retomber progressivement à 1,07 million de tonnes en 2009 (FAO 2014). Ainsi, l'analyse des données relatives à la période allant de 1994 à 2009 révèle que la production mondiale de farine de poisson issu des pêches de capture marine a diminué en moyenne de 1,7 % par an, et la production d'huile de poisson de 2,6 %. Tandis que pendant la même période les volumes de farines et d'huiles de poisson utilisés en aquaculture ont augmenté, passant respectivement de 1,87 million à 3,73 millions de tonnes et de 0,46 million à 0,78 million de tonnes. En 1988, 80 % de la production mondiale de farine de poisson servait à l'alimentation des porcs et des volailles et 10 % seulement entrait dans la composition des aliments aquacoles. En 2008, l'aquaculture absorbait à elle seule 60,8 % de la production mondiale de farine de poisson et 73,8 % de la production totale d'huile de poisson.

La quantité de déchets de coupe et de rejets de poissons comestibles utilisée pour la production de farines et d'huiles de poisson est estimée à environ 6 millions de tonnes. Il ressort des estimations de l'organisation internationale de la farine et de l'huile de poisson que près de 25 % de la production de farine de poisson (1,23 million de tonnes, en 2008) sont issus de sous-produits de la pêche.

Parmi tous les sous-secteurs de l'élevage, l'aquaculture est celui qui utilise le plus de farine et d'huile de poisson. Ces produits sont plus fréquemment utilisés pour l'alimentation des poissons et des crustacés se situant à des niveaux plus élevés de la chaîne trophique. La farine de poissons est souvent ajoutée dans la formulation des aliments à des doses comprises entre 17 et 65 % et les huiles de poisson dans des proportions de l'ordre de 3 à 25 % de la quantité totale d'aliments. La composition en acides aminés indispensables (AAI) des poissons entiers est très proche des profils de besoins en acides aminés des différentes espèces de poissons (Kaushik 1998). C'est pourquoi la farine de poisson couvre de façon idéale les besoins en AAI des poissons. Afin de limiter l'emploi de cette matière première issue de la pêche, la possibilité d'utiliser différentes sources protéiques végétales a fait l'objet de nombreux travaux (Gomes *et al* 1995 ; Regost *et al* 1999 ; Kaushik *et al* 2004 ; Medale & Kaushik 2008).

1.2.2 Ingrédients d'origine végétale

1.2.2.1 Sources et productions

Les principales sources d'ingrédients d'origine végétale utilisés en aquaculture sont issues de céréales (maïs, blé), d'oléagineux (soja, colza, tournesol) et de protéagineux (pois, lupins).
En 2009, la production céréalière mondiale s'élevait au total à 2 489 millions de tonnes, soit un taux de croissance moyen de 2,2 % par an depuis 1995. A lui seul, le maïs représentait 817,1 millions de tonnes (soit 32,8 % de la production céréalière totale), devant le blé, le riz et l'orge. A la même année, 415 millions de tonnes d'oléagineux ont été produites; le soja, qui représentait un peu plus de 50 % de la production totale (210,9 millions de tonnes), est la culture oléagineuse dont l'expansion était la plus forte et la plus rapide. La production des farines de soja, de colza, de coton, de tournesol, de palmiste et d'arachide sont respectivement estimées à 151,6 ; 30,8 ; 14,4 ; 12,6 ; 6,2 et 6 millions de tonnes.
Parmi les légumineuses, des farines protéiques concentrées à base de pois et de lupins sont disponibles dans les commerces et entrent dans la fabrication d'aliments composés destinés à l'alimentation animale, y compris en aquaculture. La production mondiale de pois secs et de lupins s'élevaient respectivement à 10,5 millions et 0,93 millions de tonnes.
Les protéines d'origine végétale sont la principale source de protéines utilisée dans les aliments destinés aux poissons de faible niveau trophique et sont la seconde source de protéines et de lipides (après la farine et l'huile de poisson) des crevettes de mer et des espèces de niveau trophique élevé (saumons, truites, anguilles). Parmi les autres espèces qui consomment des farines protéiques et des huiles végétales en grosses quantités, on trouve les poissons chats, les mulets, les crevettes d'eau douce et les écrevisses. Les farines et huiles à base de protéines végétales sont utilisées dans des proportions très variables selon les espèces considérées.

Le taux protéique des matières premières végétales est faible en comparaison de celui de la farine de poisson, à l'exception des extraits (gluten de blé et de maïs) ou des concentrés (soja, colza) protéiques (60 à 80 %). Cependant, le procédé d'extraction rend ces produits onéreux par rapport aux farines de protéagineux ou aux tourteaux (Medale & Kaushik, 2009).

Certains produits d'algues sont employés comme liants (alginate, carréghane, agar), appétants alimentaires, source de minéraux essentiels notamment pour la crevette, pour leur propriété

potentielle immunostimulante et comme source de pigment (spiruline). Les farines d'algues et leurs extraits sont relativement nouveaux sur le marché des ingrédients alimentaires et nécessitent plus de recherche pour établir leur véritable potentiel (Tacon *et al*. 2006).

1.2.2.2 Limites d'utilisation des produits végétaux

Les produits végétaux ont des compositions en acides aminés moins bien adaptées aux besoins des poissons, notamment en raison de la faible teneur en méthionine et en lysine de la majorité d'entre eux. Quand l'apport alimentaire en acides aminés ne répond pas parfaitement aux besoins de l'animal, le catabolisme azoté augmente, la rétention protéique est réduite et donc la croissance est ralentie et les rejets azotés accrus, ce qui participe à la pollution du milieu aquatique (Médale et Kaushik, 2009). Pour éviter les carences, les sources proteiques d'origines végétales sont mélangées et, si nécessaire, des acides aminés sous forme cristalline (AAC) sont ajoutés, mais d'un point de vue économique, cela peut ne pas être rentable.

Les produits issus des végétaux terrestres contiennent des taux élevés de glucides. Ils ont des teneurs variables en amidon qui leur confèrent un pouvoir liant élevé, mais qui, à l'état natif, est faiblement digéré par les salmonidés et les poissons marins. La plupart des produits végétaux contiennent des polysaccharides non amylacés (principaux composants des fibres) que les animaux aquatiques ne peuvent pas digérer du fait de l'absence d'enzymes spécifiques et d'une flore digestive appropriée. Ils réduisent l'efficacité alimentaire, semble-t-il par diminution de la digestibilité des graisses et des protéines, chez le saumon comme chez le poulet (Refstie *et al*. 1999; Krogdahl *et al*. 2005).

Enfin, les produits végétaux contiennent des facteurs antinutritionnels de diverses natures. Ces substances, présentes en quantités variables selon les produits végétaux, peuvent intervenir à différents niveaux tels que l'appétit, la digestion des protéines et des autres nutriments, la disponibilité des acides aminés et des minéraux ou le métabolisme comme inhibiteur d'enzymes ou comme anti-vitamines (Kaushik, 1990 ; Francis *et al*. 2001 ; Gatlin *et al*. 2007). Chez le saumon atlantique, la présence de la farine de soja dans le régime provoque fréquemment l'apparition d'entérites (Refstie *et al.* 2000). Il est encore difficile de savoir, lequel des facteurs antinutritionnels du soja est responsable de telles inflammations. Selon les travaux de Van den Ingh *et al*. (1996), portant sur l'effet de différentes substances indésirables

isolées du soja, aucune n'induit d'entérites, ce qui suggère que l'entérite résulte de l'effet conjugué de différents facteurs antinutritionnels présents dans le soja.

Les poissons sont généralement plus sensibles à ces substances que les animaux terrestres et certaines espèces plus sensibles que d'autres. Les aliments aquacoles étant plus riches en protéines que ceux des autres animaux d'élevage, la réduction ou l'élimination de ces facteurs est de toute première importance pour que les matières premières végétales soient efficaces comme ingrédients dans les aliments piscicoles. Lorsque les facteurs antinutritionnels sont présents dans l'enveloppe des graines, le dé-pelliculage permet d'en éliminer une partie. Les facteurs antinutritionnels de nature protéique comme les facteurs antitrypsiques ou les lectines sont détruits par des traitements thermiques et ou par les procédés d'extrusion. Des progrès notables ont été réalisés par la génétique végétale en sélectionnant des variétés à faible teneur en facteurs indésirables. Cependant, certains composés aux propriétés antinutritionnels ne peuvent pas être éliminés, car ils sont nécessaires à la plante. C'est le cas de l'acide phytique. Il faut alors prendre des mesures pour contrecarrer leurs effets. Par exemple, pour rendre disponible le phosphore séquestré par l'acide phytique présent en grande quantité dans les végétaux, l'addition de phytase se révèle efficace (Cheng & Hardy, 2002 ; Cao *et al*. 2007). Cette enzyme, en dégradant la liaison du phosphore phytique augmente la biodisponibilité du phosphore et limite, son rejet dans l'environnement via les excréta des poissons (Médale & Kaushik 2009).

1.2.3 Substitution des ingrédients d'origine animale par des ingrédients d'origine végétale.

Le secteur aquacole demeure le principal utilisateur de farine de poisson. Les quantités de farine de poissons entrant dans la production d'aliments aquacoles sont en constante diminution depuis 2006. En 2005, le secteur aquacole a absorbé quelque 4,23 millions de tonnes de farine de poisson (soit 18,7 pour cent en poids de l'ensemble des aliments utilisés en aquaculture). En 2008, ce volume est tombé à 3,72 millions de tonnes soit, en poids, 12,8 pour cent de l'ensemble des aliments utilisés en aquaculture (FAO, 2010). Malgré l'augmentation de la production aquacole mondiale, le volume de farine de poisson utilisé en aquaculture devrait encore baisser pour retomber à 3,63 millions de tonnes, en 2015 (7,1 pour cent de l'ensemble des aliments utilisés en aquaculture pour cette année) et à 3,49 millions de tonnes en, 2020 (4,9 pour cent en poids de l'ensemble des aliments utilisés en aquaculture). Il y a plusieurs raisons à cela : la

baisse du volume des captures industrielles due à l'application plus stricte de quotas de pêche ; les contrôles supplémentaires effectués pour contrecarrer la pêche non réglementée et le recours accru aux produits de meilleur rapport coût-efficacité désormais substitués aux farines de poisson dans les aliments aquacoles.

Avec la prise de conscience grandissante de la probabilité d'une pénurie de poisson, les instituts de recherche et les fabricants d'aliments aquacoles ont réalisé au cours des dernières décennies de nombreuses études afin de réduire la dépendance à l'égard des farines de poisson. Ces études ont permis d'approfondir la connaissance des processus digestifs et des besoins nutritionnels de nombreuses espèces d'élevage, et de mieux comprendre comment transformer les matières premières pour qu'elles soient mieux adaptées à la fabrication d'aliments aquacoles. Depuis 1995, les connaissances ont conduit à une réduction spectaculaire des doses moyennes de farines de poisson entrant dans la fabrication d'aliments composés utilisés en aquaculture. Elles ont également permis d'améliorer le taux de conversion des aliments aquacoles et de réduire le volume de déchets aquacoles.

La farine de soja est la source de protéines végétales la plus souvent utilisée dans les aliments aquacoles composés et est le principal ingrédient protéique de substitution à la farine de poisson dans ces aliments. Les aliments destinés aux poissons et aux crustacés herbivores et omnivores contiennent entre 15 et 45 pour cent de farine de soja, avec une teneur moyenne de 25 pour cent, en 2008. La farine de soja contient entre 38 et 49 pour cent de protéines et est reconnue être l'ingrédient ayant la composition en acides aminés la plus équilibrée de toutes les protéines d'origine végétale.

La méthionine et la cystéine sont généralement les acides aminés les plus limitants dans la farine de soja pour répondre aux besoins en quantités de la plupart des espèces de poissons (Wilson *et al*. 1981 ; Mohsen & Love1l, 1990 ; NRC, 1993 ; Yamamoto *et al*. 1998).

La digestibilité des protéines dans la farine de soja est considérée être supérieure à 90 pour cent chez les espèces de poissons comme la carpe commune, le clarias et le tilapia avec des valeurs parfois supérieures à 95 pour cent (Brown *et al*. 1985 ; Degani *et al*. 1997a ; Degani *et al*. 1997b ; Allan *et al*. 2000 ; Takeuchi *et al*. 2002).

En 2008, la production mondiale d'aliments aquacoles composés s'élevait au total à 29,3 millions de tonnes. On estime que le secteur aquacole consomme environ 6,8 millions de tonnes de farine de soja par an (23,2 pour cent de la production totale d'aliments composés) (FAO, 2010). Parmi les autres protéines d'origine végétale de plus en plus utilisées, figurent les

produits à base de maïs (comme la farine de gluten de maïs), les légumineuses (lupins, pois), les farines oléagineuses (farine de colza, de coton et de tournesol) et les protéines issues d'autres produits céréaliers, comme le blé, le riz et l'orge.
A l'heure actuelle, le choix des protéines et des huiles végétales se fait en fonction de leur disponibilité sur les marchés locaux, leur prix et leur profil nutritionnel y compris la teneur en éléments antinutritionnels des farines protéiques ou des huiles végétales en question. Compte tenu de la hausse continue du prix des farines de poisson, les concentrés protéiques d'origine végétale (concentré protéique de soja, de colza ou de pois, farines de gluten, de blé ou de maïs) prendront progressivement la place des farines protéiques ordinaires dans l'alimentation des poissons et des crustacés d'élevage de niveau trophique élevé.

Les produits d'origine végétale utilisables comme sources de protéines sont très nombreux, mais aucun ne réunit tous les atouts de la farine de poisson, en matière de disponibilité et de composition (Medale & Kaushik, 2009). La rentabilité de la production aquacole ne peut être possible qu'avec des aliments équilibrés et à prix compétitifs. Il s'avère donc nécessaire d'optimiser la production d'aliments ainsi que les pratiques de gestion des aliments sur le lieu d'exploitation. En Afrique, de nombreux aliments aquacoles sont produits soit sur le lieu d'exploitation, soit par de petits fabricants. Le secteur de la production à petite échelle est limité par divers facteurs, parmi lesquels un accès inadéquat au financement, un manque d'innovation technique, un défaut de connaissances en matière de formulation et de transformation des aliments, et une formation insuffisante (Hassan & New, 2013).

CHAPITRE II. BIOECOLOGIE DE *LATES NILOTICUS*

Ce chapitre présente l'état des connaissances sur l'écologie et la biologie de la perche du Nil. En effet, les travaux antérieurs menés sur la perche du Nil ont principalement été axés sur l'étude des caractères morphométriques (Poll, 1967 ; Hopson, 1972 ; Oniye *et al*, 2006 ; Shinkafi *et al*, 2013), l'abondance et la distribution des stocks (Gee, 1965 ; Ogutu-Ohwayo, 1990 ; Ogari & Gayet, 2001; Ogari *et al*. 2010), le cycle de développement (Moreau, 1982), les modèles de croissance (Mishrigi, 1966 ; Loubens, 1974), les habitudes alimentaires et la prédation (Hopson, 1972 ; Hashem & Hussein, 1973 ; Ogutu-Ohwayo, 1993 ; Kahwa, 2013).

2.1 REPARTITION GEOGRAPHIQUE

L. niloticus est un poisson d'eau douce qui, en Afrique, présente une large répartition géographique (Figure 5). On le rencontre en particulier dans les fleuves et lacs du Sénégal, du Nil, du Niger, du Congo, du Tchad et de Ghana (Hopson, 1972). L'espèce est également présente dans le lac Victoria, à l'Est du golfe Nyanza au Kenya, et un peu au Sud de Musoma en Tanzanie où elle a été introduite. Elle a colonisé naturellement les lacs Kainji (Nigeria), Volta (Ghana) et Nasser-Nubie (Egypte et Soudan) (Ogari & Gayet, 2001; Ogari *et al*. 2010).

Figure 5 : Zone de distribution de la perche du Nil (UICN, 2017)

2.2 POSITION SYSTEMATIQUES

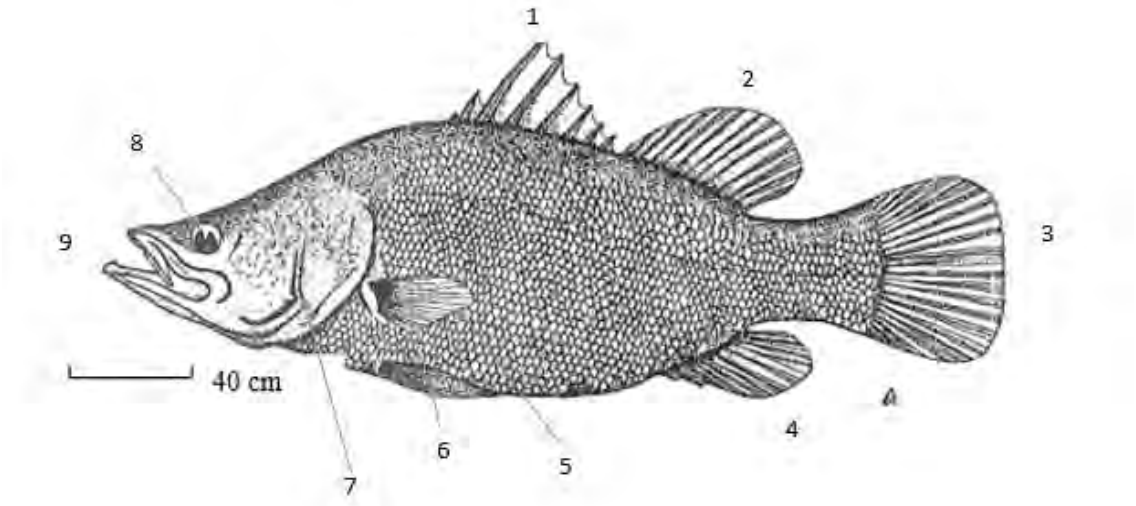
Ci-dessous la position systematique de *Lates niloticus*

Règne	Animale
Embranchement	Chordata
Sous-embranchement	Vertébrés
Super-classe	Ostéichtyens
Classe	Actinoptérygien
Sous-classe	Neopterygii
Infra-classe	Téléostéen
Super-ordre	Acanthoptérygien
Ordre	Perciformes
Sous-ordre	Percoidei
Famille	Latidae
Genre	*Lates*

Selon UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) le statut de conservation de *Lates niloticus* est : Préoccupation mineure

2.3 CARACTERES MORPHOMETRIQUES

Le corps du *L. niloticus* est plus ou moins comprimé latéralement (Figure 6), couvert d'écailles cténoîdes.



1. Nageoire dorsale épineuse
2. Nageoire dorsale molle
3. Nageoire caudale
4. Nageoire anale
5. Nageoires pectorales
6. Nageoires ventrales
7. Opercules
8. Oeil
9. Bouche

Figure 6 : morphologie de *Lates niloticus* adulte (Hopson, 1972

La tête est osseuse, couverte d'écailles, au moins en partie et parfois épineuse. Le profil supérieur du museau est droit ou légèrement concave. La mâchoire inférieure est proéminente. Le maxillaire s'étend jusqu'au-dessus et au-delà du bord postérieur de l'œil. Les fentes des ouïes sont larges et les membranes des ouïes ne sont pas soudées à l'isthme. La bouche est très grande et protractile avec une dentition variable en fonction de l'âge (Hopson, 1972). Le préopercule et le préorbitaire sont dentés ou épineux, une épine est présente à l'opercule. On compte 12 à 15 branchiospines en bas du premier arc branchial. La vessie natatoire est fermée et est dépourvue de canal de communication avec l'œsophage. La ligne latérale est très développée (Poll, 1957). On dénombre 54 à 74 écailles en ligne latérale jusqu'à l'extrémité du pédoncule

caudal suivie de 6 à 8 écailles percées, plus petites, sur la base de la nageoire caudale. Il y a 9 à 12 écailles entre la ligne latérale et le début de la nageoire dorsale.

L. niloticus présente deux nageoires dorsales contiguës. La première est entièrement épineuse et compte sept, exceptionnellement huit épines. La seconde contiguë à la précédente est formée de 9 à 12 rayons mous branchus et précédés d'une ou rarement de deux épines. L'espèce contient un fourreau scalaire, à la base des nageoires dorsale et anale (Blache, 1964).

Les nageoires pelviennes sont reliées aux pectorales au moins par des ligaments et pourvues d'un rayon antérieur épineux (Hopson, 1972). Les nageoires pectorale et caudale sont arrondies. Les nageoires, dorsale molle et anale ont a leur base, un fourreau scalaire. La nageoire anale est courte avec au moins trois rayons épineux (Hopson, 1972).

La coloration générale des individus vivant dans les eaux troubles est uniformément argentée. Celle des individus provenant des eaux claires des rivières sous galeries ou de lacs est presque entièrement noir-violacé. Les jeunes portent des marbrures noires. Pendant la transition vers la taille adulte (10 à 30 cm), les marbrures sombres deviennent irrégulières dans leur disposition et en intensité. L'intérieur de l'œil, vu au travers de la pupille, à un éclat jaune ou rouge très caractéristique (Hopson, 1972).

L. niloticus peut vivre plus de 16 ans (Shinkafi, 2013). Cette observation est confirmée par Loubens (1974) qui note une longévité approchant 20 ans, ce qui n'est pas invraisemblable vu les tailles maximales que l'on peut observer. Il est l'un des plus grands poissons d'eau douce et peut mesurer 200 centimètres de longueur totale avec un poids de 200 kg (Greenwood *et al*. 1966). Durand & Loubens (1969) ont observé un spécimen de 104 kg. Bishai (1970) constatait une taille maximale de 200 cm de longueur totale pour un poids de 160 kg. Kinloch (1956) rapporte la capture d'un spécimen de 164 kg. Le plus grand individu trouvé par Latif (1974) mesurait 173 cm de longueur totale pour un poids de 68 kg.

Le facteur de condition (K) est un indice très intéressant pour apprécier l'alimentation, l'âge et la croissance chez les poissons (Shinkafi *et al*. 2013 ; Oniye *et al*. 2006). Le coefficient de condition $K = \frac{100\,W}{L^b}$ (avec K= coefficient de condition ; W= poids total ; L= longueur totale et b = coefficient d'allométrie) a été établie au lac Tchad par Hopson (1972) qui a remarqué les variations importantes de K avec la saison (minimum en fin de crue) et la taille. Le coefficient K de *L. niloticus* a aussi été étudié par Shinkafi *et al*. (2013) et Hashem & Hussein (1973) respectivement au Nigeria et dans le Delta du Nil.

Les meilleurs facteurs de condition sont observés au lac Volta au mois de décembre comparé au mois de Juillet (Vanderpuye & Ocansey 1972). Les raisons de cette variation peuvent être dues à la disponibilité de nourriture après l'hivernage ou à une compétition alimentaire. Shinkafi *et al*. (2013) ont trouvé que les mâles ont un meilleur K que les femelles. Ceci peut être expliqué par le fait que les mâles sont plus actifs dans la recherche de nourriture et de plus conservent mieux l'énergie alimentaire.

Les résultats de l'étude de Montcho *et al*. (2009) menée dans le fleuve Pendjari au Benin ont montré que le coefficient b varie en fonction du temps. Le coefficient b est égal à 3 (croissance isométrique) pendant les moins de juillet, août, septembre et décembre. Le coefficient b est inférieur à 3 (croissance allométriques négative) pendant les mois d'octobre et de novembre. Le coefficient b est supérieur à 3 (croissance allométriques positive) pendant les moins de janvier, février, mars, avril, mai et juin.

2.4. CARACTERES BIOLOGIQUES

2.4.1. Milieu de vie

Blache (1964) a remarqué que *L. niloticus* à une certaine sédentarité. Elle est rencontrée sur des fonds rocheux, vaseux et sableux. Les fonds sableux sont les plus abondants dans les cours moyens et inférieurs des fleuves et rivières. Les juvéniles (moins de 30 à 40 cm) sont confinés dans les zones littorales riches en végétaux supérieurs. Au fur et à mesure de leur croissance, elles gagnent les eaux libres et les individus de plus d'un mètre peuvent se rencontrer partout à moins de 60 m de profondeur. Au lac Volta, en particulier Loiselle (1972) note une préférence pour les zones occupées par certaines espèces végétales comme *Vossia* sp et à *Echinochoa* sp à densité limitée. Gee (1965) a signalé que la perche du Nil fréquente des eaux de moins de 25 m de fond dans le lac Victoria : sur 262 spécimens attrapés au chalut, 56 % vivent dans une zone peu profonde de 5 m à 10 m de profondeur, 5 % entre 10 m et 15 m, 13 % entre 15 m et 20 m, 24 % entre 20 m et 25 m et seulement 0,6 % des individus sont capturés dans des eaux entre 25 m et 30 m de profondeur.

Selon Tobor (1974), dans un milieu où le *L. niloticus* est fortement exploité, la longueur moyenne des individus pêchés augmente progressivement des bords vers le large et en général,

au même endroit, les femelles sont plus grosses que les mâles. La répartition semble aussi dépendre des degrés de maturité sexuelle. Les mâles en début de maturité sont abondants près des côtes. Ils mûrissent plus nombreux dans les eaux intermédiaires, entre 8 et 16 km du bord, alors que les mâles pubères sont en nombre progressif de la côte vers le large.

2.4.2. Caractères d'identification des sexes

Lors de la maturité sexuelle, les mâles ont généralement une coloration plus sombre que les femelles, mais cela n'est pas toujours très net. Il faut donc faire un examen de la région anale (Planquette, 1975).

Sur la face ventrale, entre les niveaux d'insertion des nageoires pelviennes et anale, on distingue chez le mâle l'orifice anal (rond, bien visible) et l'orifice urogénital (petit, situé au sommet d'une papille). Chez la femelle, on reconnaît successivement l'anus, l'orifice génital (fente perpendiculaire à l'axe général du corps, et postérieurement situé au sommet de la papille) et l'origine urinaire (minuscule, uniquement perceptible par l'urine qui s'écoule en pressant l'abdomen).

2.4.3 Reproduction

L'élévation de la température et la montée des eaux sont des facteurs écologiques qui favorisent la reproduction. Les résultats de l'étude menée par Kahwa (2013) montrent que la reproduction chez *L. niloticus* n'est pas influencée par la pluie, mais plutôt par les conséquences de la pluie sur les facteurs environnementaux qui modèrent le développement des ovocytes. Au lac Tchad, il a été démontré que la ponte a lieu dans des zones littorales ombragées (Hopson, 1972). Chez les femelles, les ovaires des juvéniles immatures sont petits et blanchâtres, mais deviennent rouge foncé au fur et à mesure de leur développement. A maturité, l'ovaire est de couleur jaunâtre et peut peser un à trois kilogrammes. Les testicules au début de leur développement ont une enveloppe veinulée mince, presque incolore, qui devient grise par la suite. Dans les deux sexes, la gonade est bifide.

Après fécondation, l'œuf pondu est de petite taille (0,6 mm de diamètre), de forme arrondie. Il comporte un gros globule huileux avec une enveloppe transparente. La transparence et le manque de pigmentation indiquent certainement qu'il se développe dans un milieu riche en oxygène. Le diamètre de l'ovule est entre 0,67 et 0,77 mm et celui du globule entre 0,40 et 0,50 mm (Hopson, 1969).

La fécondité est estimée entre 1,24 et 37,44 millions d'œufs. La fécondité moyenne totale et relative de *L. niloticus* est de l'ordre de 6,35 millions d'œufs par femelles et 162 œufs/g de poids corporel. Le nombre moyen d'œufs/g de l'ovaire varie entre 6200 et 9300 (Dadebo *et al*. 2005).

D'après Reizer (1971) la saison de ponte est observée durant la saison des pluies de juillet à septembre, caractérisée par des hautes eaux et des températures de l'eau maximales dans le fleuve Sénégal. La saison froide, de décembre à janvier, entraîne chez tous les poissons une régression nette des gonades. Selon Blache (1964) et Hopson (1972), la période optimale de la reproduction correspond à une augmentation de la température de l'eau qui passe de 18°C en janvier à 24°C en mars dans le lac Tchad. Parmi les grandes femelles, celles de taille ≥ 60 cm, le pourcentage d'individus en activité sexuelle varie de 87 % (en avril-mai) à 39 % (en octobre-décembre). Exceptionnellement, des pontes précoces peuvent avoir lieu en février (Blache, 1964). Dans le Bandama en Côte d'Ivoire (CTFT, 1972), la reproduction s'effectue principalement en période d'étiage.

Après l'éclosion, les larves et les alevins se dispersent activement ou non dans les eaux libres; ensuite une migration active les ramène en eaux peu profondes près des rivages et dans des zones riches en végétation herbacée leur assurant une certaine protection contre la prédation. Les juvéniles se rencontrent principalement dans les zones herbacées littorales (Hopson, 1972) ; les jeunes semblent rechercher préférentiellement les eaux légèrement courantes, à l'inverse des adultes qui vivent plutôt en eaux dormantes (Vanderpuye & Ocansey, 1972).

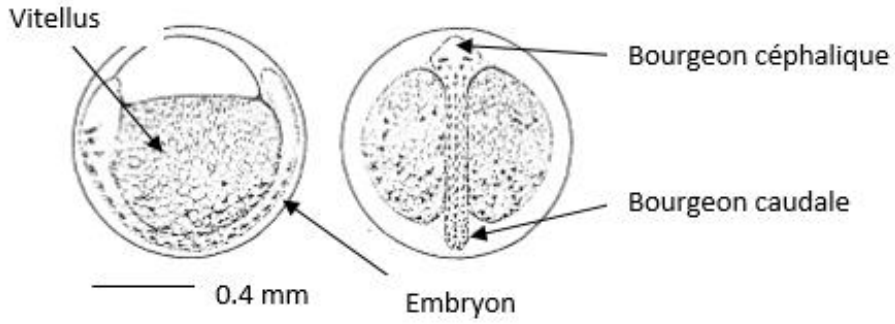
Les alevins sont capturés dans les plans d'eau isolés du lit principal du fleuve ainsi qu'aux embouchures des petits affluents en début de crue. Au lac Volta (Loiselle, 1972), les jeunes individus avec leurs livrées caractéristiques sont rencontrés surtout de février à juin.

2.5 DIFFERENTES ETAPES DE DEVELOPPEMENT

La croissance chez *Lates niloticus* n'a pas fait l'objet de plusieurs études aussi bien dans le milieu naturel qu'en milieu d'élevage. Néanmoins, la phase larvaire est précieusement décrite par Moreau, 1982.

2.5.1 Phases embryonnaires

L'embryon s'étend approximativement sur les trois quarts de la circonférence du vitellus, étroit, linéaire mais quelque peu allongé à son extrémité (Figure 7). Des somites sont visibles vers la queue et le tronc, mais on ne voit aucun signe montrant le développement des yeux. Le globule large et légèrement ovale occupe la place entre la tête et la queue en dessous du vitellus. Chez les embryons les plus avancés, la plus grande partie de la queue est séparée du vitellus et le pli vertical est bien formé. La tête est dépourvue de pigmentation. La surface dorsale du tronc et de la queue ont des raies longitudinales. Quelques mélanophores étoilés et fins sont notés sur la surface postéro dorsale du vitellus. Un pigment noir est visible sur le vitellus et le globule.



a. Œuf prêt à éclore b. Developpement des bourgeons

Figure 7 : Phases embryonnaires de *L. niloticus* (Moreau, 1982)

2.5.2 Phases larvaires

Elles sont au nombre de six (Moreau, 1982)

Stade 1 (Figure 8- a)

La tête n'a aucun signe externe de crâne, d'œil et de bouche. Elle forme avec le tronc une arête longitudinale sur la surface dorsale du vitellus. La queue avec une nageoire continue est repliée sous la surface ventrale de la membrane vitelline (Figure 8 – a). Il n'y a pas encore de rectum.

Il n'existe pas de pigment sur la tête. Des bandes longitudinales de fins mélanophores qui vont en s'amincissant vers la queue. Le vitellus est parsemé de fins mélanophores sur le dessous. La pigmentation est intensifiée par la présence de mélanophores étoilés plus larges sur la surface dorsale du tronc, sur la surface post-dorsale du vitellus et sur la surface ventrale de la queue près de la base. Une pigmentation assez importante marque la séparation entre le vitellus et le globule. Chez la plupart des spécimens, ils présentent quelques mélanophores superficiels. Les premiers stades pro larvaires sont pélagiques et ont tendance à flotter.

Stade 2 (Figure 8-b)

Le stade 2 est semblable au stade 1, mais la queue est droite et relativement plus longue. Le rectum est reconnaissable au lobe ventral dans le pli de la nageoire. Aucun signe d'œil ni de bouche. La poche vitelline est importante à ce stade.

Stade 3 (Figure 8-c)

Au stade 3, la tête est bien distincte en se prolongeant nettement au-delà du globule huileux. Les yeux sont bien développés, protubérants sans pigments. La bouche et les branchies se forment mais ne sont pas encore ouvertes. Le rectum court et courbé vers le bas est dans la nageoire ventrale et les viscères se trouvent du côté gauche du vitellus.

Un pigment est parsemé sur la tête, la surface dorsale du corps est légèrement poivrée de fins mélanophores le long de la ligne médiane. Le vitellus est marqué de mélanophores étoilés sur la surface dorsale plus ou moins continue avec un pigment important interne sur le dos de la cavité du corps.

Stade 4 (Figure 8-d)

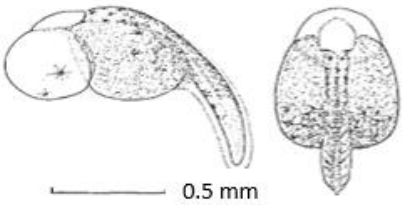
Les yeux sont pigmentés. La bouche et les branchies sont ouvertes. Les dernières branchies sont recouvertes d'une peau operculaire. L'animal commence à s'alimenter. Le globule et le vitellus ont encore une taille modérée. Les nageoires anales s'allongent en forme de lamelles.

Stade 5 (Figure 8-e)

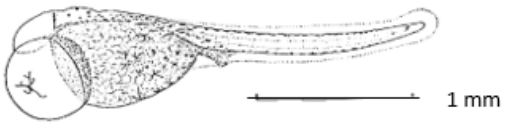
Le vitellus est complètement résorbé au stade 5 où la larve mesure entre 4,5 et 5,5 mm de longueur totale. La vessie est clairement visible et la queue est symétrique. Le profil des futures nageoires dorsales et anales sont perceptibles. Une seule rangée de dents pointues recourbait sur les bords prémaxillaires de chaque nageoire (jusqu'à 16 dents).

Stade 6 (Figure 8-f)

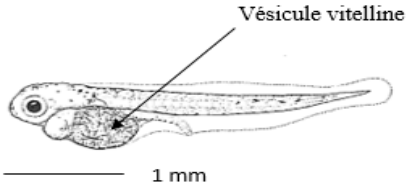
A ce stade la larve mesure entre 8,9 et 9,1 mm de longueur totale. Ce stade est identifiable par la queue qui est presque homocerque. Les rayures de la nageoire dorsale sont visibles. A ce stade, trois lignes longitudinales de mélanophores apparaissent sur le pédoncule caudal et une pigmentation abondante à la base de la nageoire anale s'observe. On note les premiers signes des tâches marbrées du juvénile.



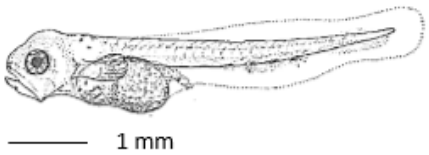
a. Stade 1
LT= 1.2 mm



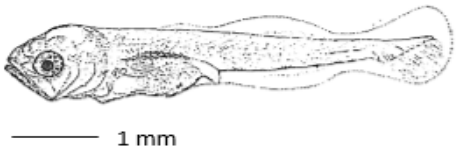
b. Stade 2
LT= 1.8 mm



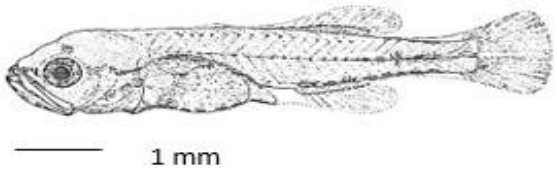
c. Stade 3
LT= 3 mm



d. Stade 4
LT= 3.5 mm



e. Stade 5
LT= 5.5 mm



f. Stade 6
LT= 9 mm

Figure 8 : Phases larvaires de *Lates niloticus* (Moreau, 1982)

2.5.3 Phase juvénile

A ce stade, qui n'est plus un stade larvaire, les jeunes individus mesurent entre 20 et 300 mm de longueur totale (figure 9). Les écailles sont formées et les arêtes de la nageoire dorsale sont relativement plus longues et plus rigides. Les individus de taille entre 21 et 22 mm ont un estomac bien développé au point de vue musculaire avec un sphincter pylorique et quatre caeca pyloriques. Les taches marbrées sont maintenant présentes et la ligne du corps est rompue par une bande noire qui part de la dorsale vers le bas et par des tâches noires sur ou au-dessus de la nageoire anale.

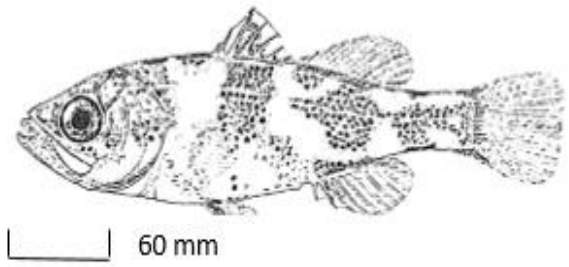


Figure 9 : Juvénile de *Lates niloticus* (Moreau, 1982)

2.5.4 Phase adulte

La phase adulte chez *L. niloticus* commence à la fin de la première année, c'est-à-dire au début de la première crue qui suit sa naissance (Figure 6). Il s'agit d'un changement complet, les juvéniles quittent les zones enherbées peu profondes pour aller en eau libre surtout dans les lacs. Le régime alimentaire à ce stade est principalement ichtyophage.

D'après les observations faites par Hopson (1972) au Tchad, les tailles minimales de maturité sexuelle sont 381 mm pour les mâles et 424 mm pour les femelles. Le même auteur signale des individus pubères à plus petites tailles dans des étangs du nord du Ghana avec moins de 300 mm de longueur totale. Dans le lac Kossou, Roest (1974) signale une taille de première maturité à 190 mm de longueur standard. Au lac Kioga et au lac Victoria, la maturité sexuelle est atteinte à 260 mm de longueur standard chez les mâles et 280 mm chez les femelles dont la croissance est plus rapide (Okedi, 1970). Au lac Volta, la taille de première maturité sexuelle est atteinte

à 650 mm de longueur totale chez les femelles et à 395 mm chez les mâles (Vanderpuye & Ocansey, 1972). Mackenzie & Cotterell (2001), signalent que *Lates niloticus* commence à se reproduire à une taille comprise entre 500 et 800 mm et peut produire jusqu'à 16 millions d'œufs par ponte.

Dans les grands lacs est-africains, les mâles atteignent leur maturité sexuelle entre 450 mm et 600 mm de longueur totale. Les femelles atteignent leur maturité sexuelle entre 600 mm et 650 mm de longueur totale. Au lac Turkana, la maturité sexuelle serait atteinte à 650 mm chez les mâles et 850 mm à 900 mm de longueur totale chez les femelles. Ces tailles sont les plus élevées observées à la puberté (Hopson, 1972). Le tableau I résume les tailles de première maturité sexuelle de cette espèce.

Tableau I: Taille de première maturité sexuelle chez *Lates niloticus* (♂ : mâle, ♀ : femelle)

Milieu de vie	Taille (mm)	Sexe	Références
Lac Kioga, Lac Victoria (Ouganda)	260	♂	Okedi, 1970
	280	♀	
Lac Tchad	381	♂	Hopson, 1972
	424	♀	
Lac Volta (Ghana)	300	♂	
	190 et 300	♀	
Grands Lacs Africain (Burundi, RDC, Ouganda et Rwanda)	450 et 600	♂	
	600 et 650	♀	
Lac Turkana (Kenya)	650	♂	
	850 et 900	♀	
Lac Volta (Ghana)	450 et 650	♀	Vanderpuye & Ocansey, 1972
	395	♂	
	600 et 900	♀	
Lac Kossou (Cote d'ivoire)	190	♂	Roest, 1974
	190	♀	

2.6 ALIMENTATION

Des études sur le régime alimentaire de *L. niloticus* sont assez nombreuses (Daget, 1964 ; Gee, 1965 ; Hamblyn, 1966 ; Petr, 1967 ; Gee, 1969 ; Bishai, 1970 ; Okedi, 1970 ; Hopson, 1972 ; Loiselle, 1972 ; Hashem & Hussein, 1973 ; Latif & Khallaf, 1974 ; Tobor, 1974 ; Lauzanne, 1976 ; Kahwa, 2013).

La perche du Nil est essentiellement piscivore. Dans le lac Albert, en République Démocratique du Congo dès la taille de 15 cm, *Lates niloticus* consomme des crevettes. Ils deviennent plus tard ichtyophage et chasse principalement des poissons de la famille des Characidaes et des Cyprinidés. Il en serait de même au lac Turkana au Kenya. Selon Gee (1969), Latif & Khallaf (1974), *L. niloticus* au lac Nasser se nourrit principalement des poissons *Bagrus bagrus, Hydrocynus forskalii* et *Tilapia nilotica*.

En effet, les poissons constituent 91,8% et 94% des contenus stomacaux tandis que les crustacés, les insectes et les restes de végétation représentent, respectivement 6,0 %, 1,1 % et 0,7 %. Les principales espèces de poissons consommées appartiennent aux genres *Alestes*, *Tilapia*, *Synodontis* et *Labeo* et représentent respectivement 35,2% ; 20,4% ; 8,0% et 7,0% (Bishai 1970 ; 1975).

Dans l'étude de Hamblyn (1966) les résultats montrent que les Cichlidae des genres *Haplochromis* (58,0%) et *Tilapia* (26,3%) constituent la principale nourriture de *L. niloticus.*

Dans le lac Victoria, on constate que les *Haplochromis* sont de loin la principale nourriture de la perche du Nil puisqu'ils constituent plus de 80 % du poids total de la nourriture avalée. Les Tilapia plus rares constituent les 08 % de la nourriture consommée.

Dans le lac Tchad, Lauzanne (1976) a mis l'accent sur les variations saisonnières de la composition du régime alimentaire liées à l'alternance crue étiage tout en confirmant l'ichtyophagie des adultes. Le régime alimentaire a aussi été étudié par Hopson (1972) dans la partie nord du lac Tchad. Durant sa phase pélagique, la larve du *L. niloticus* se nourrit essentiellement de zooplancton. Les individus de taille entre 20 et 300 mm de longueur totale se nourrissent dans les herbiers à *Ceratophyllum*, *Vallisneria* et *Potamogeton*. Leur régime est alors composé d'une majorité de crustacés planctoniques et d'insectes pour les plus jeunes stades, puis s'ajoute les crevettes et les petits poissons chez les individus de plus grandes tailles. Les poissons proies les plus fréquemment consommés sont *Alestes baremoze*, *A. dageti*, et *A. dentex* ; *Haplochromis blopeti* ; *Micralestes* spp et *Tilapia* spp.

Dans le lac Volta, Petr (1967) trouve des régimes essentiellement composés de poissons, associés à de rares insectes aquatiques. Les poissons préférentiellement capturés sont des Bagridae, Cichlidae, Clupeidae et Schilbeidae (Loiselle, 1972). Dans le fleuve Niger, Daget (1964) note des régimes presque exclusivement constitués de poissons.

Enfin, Hashem & Hussein (1973) remarquent que ni les insectes ni les crustacés ne se trouvaient dans les estomacs de *L. niloticus* de taille comprise entre 310 à 400 mm. La taille du poisson ingéré est proportionnelle à celle du prédateur. Gee (1965 ; 1969) a montré que la longueur de la proie ne pourrait excéder 25 % de la longueur de son prédateur.

Dans les estomacs de *L. niloticus* contenant du poisson, 37,3 % contenaient plus d'un poisson de la même espèce. Il semblerait que *L. niloticus* attaque un banc d'une espèce particulière, plutôt que de s'attaquer à une grande variété d'individus de poissons isolés. En général, la proie est avalée en entier, la tête en première. Hashem & Hussein (1973) ont rapporté que les *L. niloticus* se cachent en utilisant des abris et se lancent sur leur proies puis retournent dans leur cachette. Kahwa (2013) rapporte que *L. niloticus* adulte se nourrit aussi bien le jour que la nuit.

2.7 CROISSANCE

A l'exception de Mishrigi (1966) qui a évalué l'âge des *L. niloticus* à partir de cercle concentriques de croissance des vertèbres, les auteurs ont estimé l'âge des individus de cette espèce dans les conditions naturelles par identification et dénombrement des annuli sur les écailles. L'examen des écailles révèle la présence d'annuli très clairement marqués.

L'examen des cercles de croissance des vertèbres de *L. niloticus* à Khartoum montre la présence des anneaux sombres alternant avec des anneaux clairs (Mishrigi, 1966). Un examen attentif montre que les cercles qui forment ces anneaux sombres sont différents de ceux des anneaux clairs dont les cercles ont des intervalles plus grands. La formation de l'anneau sombre coïncide probablement avec la saison des crues (juillet-septembre), période pendant laquelle la nourriture est moins abondante. Le cercle clair est formé pendant le reste de l'année. Donc, un anneau sombre et un anneau clair représenteront la croissance d'une année.

En rivière, la croissance reprend à la montée des eaux. Elle est rapide durant la crue et les hautes eaux puis stagne en étiage. De mars à juin, on peut observer des individus en arrêt de croissance et d'autres ayant déjà entamé un nouvel accroissement. Dans les lacs, les arrêts de

croissance apparaissent une fois l'an, surtout en mars. La croissance est rapide entre mi-mars et à mi-juillet. L'essentielle de la croissance annuelle a lieu pendant cette période au lac Tchad (Loubens, 1974).

La croissance diminue de juillet à novembre, puis cesse jusqu'en février, mais la période d'apparition des annuli est très étalée. L'arrêt de croissance peut coïncider avec la période où les eaux sont froides (20-22°C). La reprise de la croissance est notée en mars chez les jeunes *L. niloticus* dans le lac Mariout (Egypte) et dès le mois de février pour les individus vivant dans la moitié nord du lac Tchad (Hopson 1965 ; 1972) où la croissance s'arrête totalement en décembre et janvier. Les arrêts de croissance avec formation d'annuli en hiver seraient liés aux changements très importants de température. En revanche, Gee (1965) ne met pas en évidence, une corrélation entre l'apparition des annuli et des changements saisonniers de température au lac Victoria.

Mishrigi (1966) constate que, pendant la première année, les individus mâles et femelles ont une croissance rapide. Le mâle atteint une longueur moyenne de 14,4 cm et la femelle 16 cm. Vers la fin de la deuxième année, l'augmentation de la taille des mâles est de 4,62 cm alors que celle des femelles est de 3,55 cm. Cette croissance faible pendant la deuxième année est suivie, d'une plus rapide dans la troisième année avec 10,78 cm de plus pour les mâles et 11,30 cm de plus pour les femelles. A la quatrième année, l'augmentation de la taille est de 14,22 cm pour les mâles et 13,24 cm pour les femelles.

Dans le lac Tchad, Loubens (1974) n'a pas trouvé de différence dans la croissance moyenne entre les mâles et les femelles. De plus, la maturité sexuelle ne provoque pas de diminution brutale du taux de croissance, du fait du faible volume relatif des gonades. Les faibles dépenses d'énergie nécessaires à l'élaboration des produits sexuels ne peuvent entraver la croissance dans des conditions normales. L'absence de différence de croissance entre les deux sexes est aussi confirmée par Hopson (1972) sur la partie nord du lac Tchad.

En revanche, l'existence d'un dimorphisme sexuel est observé avec des femelles qui croissent plus vite que les mâles (Acere, 1985 ; Ogutu-Ohwayo, 1988 ; Hughes, 1992 ; Yosef Tekle-Giorgis, 2002 ; Dadebo *et al*. 2005). A la maturité sexuelle, les individus des deux sexes sont d'âge comparable, mais de taille très différente (Yosef Tekle-Giorgis, 2002).

2.8 MORTALITE

La mortalité de *L. niloticus* a été étudiée dans les eaux soudanaises du Nil (Al-Kholy *et al.* 1973). Au-delà de trois ans, le taux de survie annuel serait de 22 %. Au lac Nasser, le taux de survie annuel observé est de 53 %. Cette valeur semble être proche de la réalité compte tenu de la longévité de huit ans observée dans ce milieu (Latif & Khallaf, 1976). Au lac Mariout en Egypte, des mortalités hivernales, en raison de trop basses températures (< 12°C), ont été constatées. La température minimale tolérée par *L. niloticus* serait de 12°C (Micha & Franck, 1976) et le poisson peut vivre dans des eaux à 35°C, température parfois observée dans son aire de répartition à la fin des étiages.

Dans d'autres milieux comme en élevage d'étangs en Côte d'Ivoire et lors des transports de poissons, certaines mortalités sont notées et seraient liées à des déficits prolongés en oxygène (Eccles, 1976 et Lazard, 1995). Du point de vu de la qualité des eaux, il semble que *L. niloticus* soit plus exigeant en oxygène dissous que d'autres espèces d'eau chaude. En effet, Hopson (1972) constate dans le lac Tchad des mortalités des individus de cette espèce concernant un abaissement de la concentration en oxygène. Loubens (1974) signale les mêmes exigences chez cette espèce dans le lac Tchad.

Les adultes ne subissent pas, vu leur taille, d'importantes prédations. Cette dernière s'exerce en revanche aux dépens des juvéniles et des larves. On a observé plusieurs cas de cannibalisme dont les petits sont les victimes préférentielles.

CHAPITRE III : BESOINS ALIMENTAIRES ET NUTRITIONNELS DE *LATES NILOTICUS*

Ce chapitre traite des besoins alimentaires et nutritionnels des juvéniles de la perche du Nil. Il analyse la réponse des juvéniles de *Lates niloticus* nourris avec des régimes ayant, d'abord, des teneurs croissantes en protéines, ensuite leur réponse avec des régimes contenant différentes teneurs en lipides et enfin la réponse des juvéniles alimentés avec des régimes ayant différentes teneurs en farine de soja. Les expérimentations menées permettront d'estimer les besoins spécifiques en protéines et lipides ainsi que les effets d'une incorporation de la farine de soja dans les régimes alimentaires sur la croissance des juvéniles de *Lates niloticus*.

INTRODUCTION

La perche du Nil, *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758) appartient à la famille des Centropomidae. C'est un carnivore d'eau douce. En milieu naturel, elle se nourrit principalement de poissons et d'insectes (Goldschmidt *et al*. 1993; Ogutu-Ohwayo, 1993). En outre, la perche du Nil est d'une grande importance économique et sociale dans la région de l'Afrique de l'Est (Gumisiriza *et al*. 2009; Beuving, 2010). L'espèce est cependant menacée d'extinction due à une surexploitation, qui a entraîné une baisse considérable de ses populations (Munyaho, 2004; Njiru *et al*. 2009). Parmi, les stratégies actuelles pour augmenter sa production, figure le développement de son élevage (Gregory, 2006).

Le développement de l'élevage de cette espèce dépendra principalement de la disponibilité des juvéniles de qualité (bien nourris et en bonne sante) et le développement d'un aliment équilibré et adapté. Les protéines sont des macronutriments dont la détermination des besoins alimentaires est une priorité dans les études nutritionnelles. En effet, ils représentent le coût le plus élevé de l'alimentation des poissons (Lovell, 1989; Fagbenro *et al*. 1992; Meyer & Fracalossi, 2005), de plus ils favorisent la croissance des poissons (Martinez-Palacios *et al*. 2007; Zuanon *et al*. 2009) et sont nécessaires à la reproduction et à la survie des poissons (Wilson & Halver, 1986). Dans l'alimentation des poissons, les protéines fournissent les acides aminés, l'azote et l'énergie nécessaires à la synthèse des différents composés azotés de l'organisme (NRC, 1993; Kaushik & Medale, 1994). En vue de la préservation de l'environnement (diminution des rejets azotés) et de la non-dépendance des sources de matières

premières comme la farine de poisson, les aliments destinés aux poissons sont de plus en plus riches en lipides en raison de leur apport énergétique supplémentaire permettant une épargne des protéines (Lee & Putman, 1973). Cependant, de fortes teneurs en lipides dans l'alimentation tendent à favoriser l'engraissement chez les poissons d'élevage (Takeuchi *et al*. 1978; Austreng & Krogdahl, 1987; Arzel *et al*. 1995).

Aucune étude, spécialement sur l'effet de la substitution de la farine de poisson par la farine de soja, n'a été entreprise pour cette espèce. La farine de soja est un ingrédient disponible à travers le monde, une source de protéines économique et relativement très digestible. Elle contient une bonne teneur en énergie et un bon profil en acides aminés (Hertrampf & Pieded-Pascual, 2000).

Les produits de la farine de soja sont des sources de protéines qui affectent la croissance et l'utilisation de l'aliment chez différentes espèces de poisson : *Oreochromis niloticus* × *O. aureus* (Shiau *et al*. 1989, 1990), *Ictalurus punctatus* (Webster *et al*. 1992), *Sciaenops ocellatus* (Reigh & Ellis 1992; *Oncorhynchus mykiss* (Kaushik *et al*. 1995; Refstie *et al*. 1997; McGoogan & Gatlin 1997), *Rachycentron canadum* (Chou *et al*. 2004) et *Nibea miichthioides* (Wang *et al*. 2006), *Diplodus puntazzo* (Hernandez *et al*. 2007). La tolérance de l'incorporation de la farine de soja varie en fonction des espèces. La détermination des besoins nutritionnels du *Lates niloticus* est essentielle pour optimiser sa production piscicole.

Dans l'état actuel des connaissances, les besoins nutritionnels de la perche du Nil n'ont pas été publiés. Compte tenu de ce manque d'informations sur les besoins nutritionnels de cette espèce, ce travail a été initié pour étudier les effets des taux de protéines, de lipides et de l'incorporation de la farine de soja dans les régimes sur la croissance des juvéniles de la perche du Nil par la détermination des performances de croissance et de la composition corporelle des juvéniles du *L. niloticus*.

Ce chapitre compte trois études expérimentales sur les juvéniles de *L. niloticus* :

- La première concerne les impacts de cinq régimes contenant chacun 30 %, 35 %, 40 %, 45 % et 50 % de protéines dans les aliments sur la croissance.
- La deuxième porte sur les effets de la teneur des lipides au taux de 9 %, 11 %, 13 % et 15 % dans les aliments sur la croissance ;
- La troisième est une quantification de la teneur maximale en farine de soja susceptible d'être incorporée dans l'alimentation, sans compromettre leurs performances de croissance.

3.1 MATERIELS ET METHODES

3.1.1 Matériel biologique

Les juvéniles de *L. niloticus* ont été récoltés avec la collaboration des pêcheurs locaux en milieu naturel au niveau du barrage de Diama à une trentaine de km au Nord de la ville de Saint-Louis (Sénégal).

Les juvéniles expérimentaux ont été récoltés à l'aide d'un épervier ou d'une grande épuisette. Les spécimens capturés ont été acheminés à la ferme agricole de l'Université Gaston Berger (UGB) par voie terrestre dans un conteneur de 100 litres pourvu d'un aérateur à batterie. Avant le transfert, les juvéniles sont conservés à jeûn pendant 24 heures. Aucune mortalité n'a été enregistrée durant les transports.

Avant le début de l'expérience, les poissons ont été stockés dans des aquariums de 60 litres à leur arrivée pendant deux semaines pour les acclimater aux conditions expérimentales. Pendant cette période, ils ont été nourris avec un aliment commercial (importé et fabriqué par Aller-aqua) destiné pour nourrir le *Clarias gariepinus* obtenu à l'écloserie de l'Agence Nationale de l'Aquaculture (ANA) du district de Richard-Toll.

3.1.2 Dispositif expérimental

Quinze aquariums de 50 litres (45 × 32 × 35) sont confectionnés et connectés au réseau d'eau de la ferme agricole de l'Université Gaston Berger qui lui-même est alimenté par la station de pompage dudit réseau par une motopompe immergée dans le Djeuss, bras du fleuve Sénégal. Au début de chaque expérience, les poissons ont été pesés et comptés. Chaque traitement expérimental a été testé comme suit :

- 2 groupes de 10 poissons (avec un poids moyen de 8,67 ± 0,17 g par poisson) par aquarium pour l'expérience 1,
- 3 groupes de 10 poissons (avec un poids moyen de 3,28 ± 0,04 g par poisson) par aquarium pour l'expérience 2 et
- 3 groupes de 15 poissons (avec un poids moyen de 1,29 ± 0,02 g par poisson) par aquarium pour l'expérience 3.

Chaque aquarium a été constamment aéré et son niveau d'eau est maintenu à 50 l. Les poissons ont été soumis à une photopériode de 12 heures de nuit et de 12 heures de jour et tous les aquariums ont été placés dans des conditions identiques d'éclairage. Aux cours des expériences, les mesures du taux d'oxygène dissous et la température de l'eau ont été relevées tous les jours à 8 et à 18 heures, à l'aide d'un appareil multimètre YSI Modèle 58 (Yellow Springs Instrument, Yellow Springs, Ohio, USA). Tandis que le pH de l'eau a été mesuré tous les jours par un testeur de pH de la série DMT-30.

Les poissons de chaque aquarium sont pesés toutes les 2 semaines. Ils sont privés de nourriture 12 heures avant et 12 heures après les opérations de pesées. Les aquariums sont nettoyés tous les jours le matin pour réduire le biofilm et éliminer certains déchets accumulés. Après chaque repas, les granulés non consommés sont collectés manuellement pour estimer la consommation alimentaire. Les morts sont quotidiennement décomptés, enlevés et pesés.

3.1.3 Aliments expérimentaux et nourrissage

Lors de la formulation des aliments expérimentaux, les ingrédients (farines de poisson, farine de crevette et huile de poisson) utilisés sont achetés au niveau du marché local. Toutes les farines sont finement broyées au moulin et tamisées à travers des mailles de 425µm pour l'obtention de fines farines, avant toute incorporation dans les régimes expérimentaux. Les formulations et compositions des différents régimes alimentaires sont présentées dans les tableaux II, III et IV.

Suivant les régimes, les ingrédients protéiques et glucidiques sont toujours pesés et mélangés jusqu'à l'obtention d'une poudre homogène (Tableaux II, III et IV), à laquelle sont ajoutées les proportions respectives de prémix vitaminique et minéral, de liant et d'huiles. De l'eau est ensuite ajoutée au mélange de manière à obtenir une pâte destinée à être transformée en forme de spaghettis (diamètre, 2 mm) à l'aide d'un hachoir de viande. Ces aliments en forme de spaghettis sont séchés au soleil pendant deux jours, puis coupés manuellement. Ils sont ensuite ensachés et stockés dans un congélateur jusqu'à leur utilisation. Les granulés sont tamisés avant l'alimentation pour enlever les petites particules.

Après la pesée quotidienne, les granulés étaient distribués manuellement jusqu'à la satiété visuelle, 3 fois par jour à 08 heures ; 12 heures et 17 heures, sur une durée de 30 minutes pendant 8 semaines.

Tableau II : Aliment expérimental utilisé pour tester les effets des protéines sur la croissance et la composition biochimique de l'aliment sur des juvéniles de *Lates niloticus*.

	Régimes alimentaires				
Ingrédients (g/100g)	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %
Farine de poisson	32,9	37,7	42,5	47,3	52
Farine de crevette	24	27,5	31	34,5	38
Huile de poisson	6	6	6	6	6
Cellulose	33,1	24,8	16,5	8,24	0
Liant	1	1	1	1	1
Mélange de Vitamines[a]	1	1	1	1	1
Mélange de Minéraux[b]	2	2	2	2	2
Composition biochimique (% de matières sèches)					
Cendres	5,34	5,72	6,13	6,5	6,9
Protéines	32,3	36,6	42,4	47,1	51,5
Lipides	9,98	10,51	11,05	11,58	12,12
Fibres	3,3	3	2,7	2,8	2,5

Mélange de Vitamines[a] (mg/g mixture) : Chlorhydrate de Thiamine 2,5 ; riboflavine 10 ; pantothénate de calcium 25 ; acide nicotinique 37,5 ; Chlorhydrate de pyridoxine 2,5 ; acide folique 0,75 ; inositol 100 ; acide ascorbique 50 ; chlorure de choline 250 ; ménadione 2 ; alpha tocophérol acétate 20 ; acétate de rétinyle 1 ; cholécalciférol, 0,0025 ; biotine 0,25 ; vitamine B12 0,05.

Mélange de Minéraux[b] (mg/g mixture) : lactate de calcium 327 ; hydrogénophosphate de potassium 239,8 ; Dicalcium phosphate 135,8 ; sulfate de magnésium 132 ; chlorure de sodium 43.5 ; citrate d'ammonium ferrique 29,7 ; heptahydrate de sulfate de de zinc 3 ; chlorure de cobalt 1 ; sulfate de manganèse 0,8 ; Chlorure d'iode 0,15 ; Trichlorure d'aluminium hexahydraté 0,15 ; chlorure de cuivre 0,1.

Tableau III : Aliment expérimental utilisé pour tester les effets des lipides sur la croissance et la composition biochimique de l'aliment sur des juvéniles de *Lates niloticus*.

	Régimes alimentaires			
Ingrédients (g/100g)	9%	11%	13%	15%
Farine de poisson	52	53	53	53
Farine de crevette	27	27	27	27
Farine de maïs	15	12	10	8
Huile de poisson : soja (7:3)	2	4	6	8
Mélange de Vitamines[a]	2	2	2	2
Mélange de Minéraux[b]	2	2	2	2
Composition biochimique (% de matières sèches)				
Cendres	10,8	10,8	10,7	6,9
Protéines	45,83	45,94	45,81	45,73
Lipides	9,13	11,1	13	15,2
Fibres	2,8	2,7	2,6	2,6

Mélange de Vitamine[a] (mg/g mixture): Biotine 0,25 ; acide folique 0,75 ; chlorure de choline 250 ; acide ascorbique 50; vitamine B12 0,05; vitamine K3 100.

Mélange de Minéraux[b] (mg/g mixture): Calcium 0,3 ; Fer 2 ; chlorure de cobalt 0,01; Zinc 1,32 ; Sélénium 0,019 ; chlorure de cuivre 0,1 ; sodium 0,34 ; sulfate de manganèse 1,8.

Tableau IV : Aliment expérimental utilisé pour tester les effets de substitution de la farine de poisson par la farine de soja sur la croissance et la composition biochimique de l'aliment sur des juvéniles de *Lates niloticus*.

	Régimes alimentaires [a]				
Ingrédient (g/100g)	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Farine de poisson	78	57	48	35	27
Farine de soja	0	26	36	51	60
Cellulose	10	5	4	3	6
Huile de poisson : soja (7:3)	2	4	5	5	1
Complexe minéraux vitamines	4	4	4	4	4
Liant	6	4	3	2	2
Composition biochimique (% de matières sèches)					
Matières sèches	87,8	88,02	88,37	89,27	90,93
Protéines	45,47	45,87	45,48	45,19	44,9
Lipides	9,9	10,2	10,48	9,47	9,84
Fibres	3,80	4,02	4,61	7,56	7,64
Cendres	15,43	13,61	12,72	11,48	10,13
ENA[a]	13,20	14,32	15,07	15,56	18,42

Régimes alimentaires [a] : A (0% de farine de soja), B (26% de farine de soja), C (36% de farine de soja), D (51% de farine de soja) et D (60% de farine de soja).

ENA[b] : extractif non azoté = 100% - (% protéines + % lipides + % eau + % fibres + % cendres).

3.1.4 Echantillonnage et analyses chimiques

Au début de chaque expérimentation, 10 poissons sont prélevés aléatoirement dans le lot et conservés dans un réfrigérateur à -10 ˚C. A la fin de chaque expérimentation, 3 poissons sont prélevés aléatoirement dans chaque aquarium, puis ensachés et conservés dans un réfrigérateur à -10 ˚C. Des analyses chimiques sont effectuées sur les échantillons prélevés pour comparer les compositions corporelles initiales et finales des juvéniles. Des échantillons d'aliments ont été également prélevés et leurs analyses ont été effectués.

Détermination de la teneur en protéines :

La teneur en protéines est déterminée en utilisant la méthode de Kjeldahl (N × 6,25) après une digestion acide. La détermination de l'azote total Kjeldahl s'effectue en deux étapes. La première étape est une digestion en milieu acide qui transforme tous les composés organiques azotés en azote ammoniacal. Dans la seconde étape, les ions ammonium sont dosés par un système automatisé. Les ions ammonium réagissent avec de l'hypochlorite de sodium pour former en milieu alcalin un complexe salicylate ammoniacal, dont l'absorbance à 660 nm est proportionnelle à la concentration d'azote ammoniacal.

Conventionnellement, on admet que toutes les protéines renferment 16% d'azote et on utilise le coefficient 6,25 pour passer de l'azote total aux protéines.

Le mode opératoire consiste à :

- broyer les échantillons, peser 0,5 g de broyât dans du papier hygiénique, enrouler le papier et le placer dans le matras ;

- introduire un comprimé de catalyseur, ajouter 10 ml de acide sulfurique (H_2SO_4) concentré, adapter le matras au dispositif de digestion et porter la température à 380 °C ;

- dès l'apparition des premières fumées blanches, chronométrer 30 mn de digestion et arrêter le chauffage au bout de ces 30 minutes puis laisser refroidir et retirer les matras ;

- ajouter un peu d'eau distillée pour éviter une recristallisation du minéralisât puis adapter le matras au dispositif de distillation ;

- ajouter 50 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 40%, et ensuite placer à la sortie le bécher contenant 20 ml d'acide borique (H_3BO_3) à 4% ;

- lancer la distillation et recueillir environ 130 ml de distillât dans un bécher et arrêter la distillation puis retirer le bécher ;

- titrer l'azote avec de l'acide sulfurique (0,2 N). Pour cela, on met un barreau aimanté dans le bécher puis on le place sur un agitateur magnétique. Régler la burette à zéro puis procéder au dosage jusqu'au virage de l'indicateur du vert au rose violet. Enfin, on note le volume de l'acide sulfurique (0,2 N) utilisé. Pour le témoin on introduit dans le matras du papier hygiénique puis procéder comme précédemment.

La teneur en azote est calculée par les formules suivantes :

$$\%\mathrm{N} = 0{,}014 \times 0{,}1\frac{\mathrm{V1} - \mathrm{V2}}{\mathrm{PE}} \times 10$$

% N = pourcentage azote

PE : masse de prise d'essai en gramme

V2 : volume d'acide sulfurique à partir duquel l'indicateur vire du vert au rose ;

V1 : volume d'acide chlorhydrique utilisé pour le dosage blanc ; 0,1 = Titre de la solution d'acide chlorhydrique ; 0,014 = poids molaire de l'azote.

En posant l'hypothèse où la Matière Azotée Totale (MAT) provient exclusivement de protéines contenant 16% de N, on utilise la formule suivante :

$$\%\mathrm{P} = \%\mathrm{N} \times 6{,}25$$

%P = pourcentage de Protéine totale Avec

% N = Pourcentage d'azote

6,25 = Facteur de Conversion.

Détermination de la teneur en lipides :

Les lipides totaux sont estimés par la méthode de Folch *et al*. (1957) et la teneur en lipides des produits est déterminée selon la méthode de Soxlhet. L'hexane est utilisé comme réactif pour l'extraction des lipides. Le principe est fondé sur l'extraction d'une prise d'essai à l'hexane par percolation, suivie d'une élimination du solvant par distillation et enfin d'une dessiccation du résidu à l'étuve et la pesée de celui-ci.

Le mode opératoire consiste à :

- peser 5 g de l'échantillon broyé directement dans une cartouche pour l'extraction (P1) puis recouvrir la cartouche contenant le broyât d'un tampon de coton et enfin tarer les ballons pour l'extraction à vide (P2) ;

- placer la cartouche dans le Soxlhet et verser environ 300 ml d'hexane dans les ballons puis adapter l'ensemble ballon-soxlhet au dispositif d'extraction et ouvrir le robinet pour le refroidissement ;

- maintenir le chauffage à 90°C pendant 6 heures ; arrêter au bout de ce temps le chauffage ; laisser refroidir les ballons ; évaporer l'hexane à l'aide d'un évaporateur rotatif ;

- placer les ballons à 70°C pendant 24 heures à l'étuve pour chasser les traces d'hexane suivi d'un refroidissement des ballons au dessiccateur puis procéder enfin à la pesée des ballons (P3).

La teneur en lipides est calculée par la formule suivante :

$$\text{TL}\ (\%) = (\text{P3} - \text{P2})/(\text{P1} \times 100)$$

TL= teneur en lipides (%)

P1 : masse du produit (g)

P2 : masse des ballons à vide (g)

P3 : masse des ballons + les lipides (g).

Détermination de la teneur en cendres

Les cendres ont été déterminées sur la matière sèche analytique, c'est à dire sur 5 g d'échantillon étuvé à 105 °C jusqu'à stabilisation du poids de la matière sèche. Après l'obtention de la matière sèche analytique, les creusets et leur contenu sont portés dans un four à moufle à 550 °C pendant environ 08 heures. Ces creusets sont ensuite pesés après avoir été refroidis dans un dessiccateur.

Le calcul du taux de cendres se fait alors comme suit :

$$\mathrm{TC}\ (\%) = \frac{\mathrm{P2} - \mathrm{P0}}{\mathrm{P1} - \mathrm{P0}} \times 100$$

TC = taux de cendre

P0 = poids du creuset vide

P1 = poids du creuset + échantillon séché à l'étuve 105°C

P2 = poids du creuset + résidu calciné

Détermination de la teneur en eau :

Le principe repose sur la perte d'eau libre de l'échantillon à l'étuvage. On pèse premièrement les creusets vides et on note les valeurs « x_i » lues. On ajoute dans les creusets 3-5 g de produit à sécher et on note la nouvelle masse « y_i » de l'ensemble. Les creusets sont d'abord portés à l'étuve à 65°C pendant 72 heures ensuite on les place à l'étuve à 105°C pour le séchage. Au bout de 3 heures à 105°C, on les sort de l'étuve puis on les passe au dessiccateur pour les refroidir avant d'être pesés. Ensuite, les creusets sont remis à l'étuve à 105°C. Après 30 minutes, les creusets sont à nouveau enlevés de l'étuve, puis refroidit et pesés. L'opération est répétée jusqu'à ce que les masses entre deux pesées consécutives du même creuset soient différentes d'au plus 0,01 g. On note alors les valeurs « z_i » des différents creusets.

La détermination de la teneur en eau (TE) du produit sera obtenue en faisant le calcul ci-après :

$$\text{TE } (\%) = \frac{\text{yi} - \text{zi}}{\text{yi} - \text{xi}} \times 100$$

TE = teneur en eau

xi = Poids des creusets vides

yi = Poids des creusets avec échantillons

zi = Poids des creusets avec échantillons après passage à l'étuve

Détermination de la teneur en fibre :

Principe :

La teneur en fibre ici renvoie à la cellulose brute. Elle est détermine par la méthode de WEEND à partir d'une prise d'essai de 1g de MS. C'est une technique qui consiste à une double hydrolyse. La première par l'acide sulfurique (H_2SO_4,) et la seconde par la soude (NaOH), suivie d'un lavage à l'acétone, un étuvage de 8h à 105°C et une calcination de 3h à 550°C dans un four à moufle

Protocole :

- Dans un creuset de porosité 2, peser 1 g d'échantillon à 0,001 g près.
- Ajouter 100 ml de solution d'acide sulfurique bouillante, porter à ébullition rapidement et maintenir une ébullition douce pendant 30 min. Arrêter le chauffage, filtrer, laver 3 fois à l'eau chaude.
- Ajouter 100 ml de solution de soude bouillante et faire bouillir à nouveau 30 min. comme précédemment.
- Arrêter le chauffage, filtré immédiatement, laver 3 fois à l'eau chaude.
- Ajouter l'acétone, laisser agir 2 min. filtrer puis sécher le résidu à l'étuve à 105 °C jusqu'à poids constant.
- Refroidir dans un dessiccateur, peser P1, puis incinérer dans le four à 550 °C pendant 3 heures,
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser P2.

Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$\text{Teneur en Fibre (\%)} = \frac{\text{P1} - \text{P2}}{\text{Poids sec de l'echantillon}} \times 100$$

3.1.5 Calculs et analyses statistiques

Des données obtenues, plusieurs paramètres ont été calculés pour évaluer la croissance et l'efficacité alimentaire. Ces paramètres sont le taux de croissance spécifique (TCS), le gain de poids (GP) exprimé en pourcentage, le coefficient d'efficacité protéique (CEP) exprimé en pourcentage, le taux de conversion alimentaire (TCA) et le taux de survie (TS). Les formules de calcul de ces paramètres sont :

- TCS (%) / jour = 100 × ((Ln Pf - Ln Pi) / T),
- où Pf est le poids du poisson à l'instant t
- Pi est le poids du poisson au temps 0
- T est la durée de l'expérience en jours ;
- GP (%) = 100 × ((poids moyen final - poids moyen initial) / poids moyen initial) ;
- CEP = gain de poids / Protéines consommées ;
- TCA = (Quantité d'aliments ingérés rapportée à la matière sèche)/ (Biomasse produite) ;
- TS (%) = 100 × (nombre de poissons à la fin de l'expérience / nombre de poissons au début de l'expérience).

Le test statistique de l'ANOVA à un critère est utilisé pour comparer les effets des traitements sur la croissance ou sur la composition biochimique des juvéniles de *L. niloticus*. L'application de ce test est précédée de la vérification de l'homogénéité des variances et de la normalité des données à analyser. Les effets du traitement ont été considérés comme significatifs à un seuil $\alpha < 5\%$. Lorsque l'analyse de variance se révélait significative, le test du Duncan est utilisé pour la comparaison pariée des moyennes. Toutes les analyses statistiques sont faites à l'aide du logiciel de statistique SAS / PC (Version 5.0.1.0., SAS Institute Inc) et les graphiques ont été réalisés à l'aide du tableur Excel 2010.

3.2. RESULTATS

Au cours des différentes expérimentations, la température de l'eau a varié de 29 à 30 °C, la concentration en oxygène dissous de 5,5 à 7 mg /L et le pH de 7,5 à 8. Tous les paramètres sont considérés comme étant convenables pour la croissance et la survie du poisson.

3.2.1 Effet des variations de la teneur en protéines de l'aliment sur la croissance et la composition biochimique de la carcasse des juvéniles de *L. niloticus*.

Les résultats des paramètres zootechniques (gain de poids, taux de croissance spécifique, taux de conversion alimentaire et taux de survie) chez *Lates niloticus* au cours de l'expérience sont regroupés dans le tableau V.

Tableau V : Performances de croissance et taux de survie en fonction de la teneur en protéines de l'aliment chez les juvéniles de *Lates niloticus*)[1]

Variables	**Teneur en protéines dans les régimes alimentaires**				
	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %
Gain de poids (%)	81,56±3,53^{d}	129,63±3,97^{c}	147,43±2,41^{b}	158,14±0,94^{a}	156,95±1,39^{a}
Taux de conversion alimentaire	2,07±0,06^{a}	1,52±0,09^{b}	1,36±0,04^{cd}	1,24±0,03^{d}	1,45±0,05^{bc}
Taux de croissance spécifique (%)	1,06±0,03^{d}	1,48±0,03^{c}	1,62±0,02^{b}	1,69±0,01^{a}	1,69±0,01^{a}
Taux de survie (%)	70,00±14,14^{b}	75,00±7,07^{ab}	85,00±7,07^{ab}	85,00±7,07^{ab}	95,00±7,07^{a}

[1]Les résultants sont exprimés en : moyenne ± ESM de deux répétitions (n = 2). Sur chaque ligne, les moyennes ± ESM, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Tableau VI : Composition biochimique de la carcasse des poisons en début et fin d'expérience en fonction de la teneur en protéines dans l'aliment des juvéniles de *Lates niloticus*[1]

Composition (%)	**Etat initial**	**Etat final (Régimes alimentaires)**				
		30 %	35 %	40 %	45 %	50 %
Teneur en eau	77,91±0,15	77,74±0.19	77,11±0,14	77,51±0,11	77,61±0,69	77,35±0,07
Protéines	51,49±0,36^{c}	52,55±0.21^{b}	52,52±0,30^{b}	52,91±0,15^{b}	54,61±0,08^{a}	54,76±0,06^{a}
Lipides	11,24±0,09^{d}	12,22±0.14^{c}	13,32±0,38^{b}	13,51±0,04^{b}	13,76±0,08^{ab}	14,10±0,05^{a}
Cendres	20,09±0,16^{a}	20,33±0.24^{c}	20,85±0,07^{ab}	20,45±0,21^{bc}	20,28±0,73^{c}	20,26±0,17^{c}

[1]Les résultants sont exprimés en : moyenne ± ESM de deux répétitions (n = 2). Sur chaque ligne, les moyennes ± ESM, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$). L'absence de lettre sur une même ligne indique une absence de différence significative ($P > 0,05$).

Le gain de poids et le taux de croissance spécifique s'accroissent avec l'augmentation de la teneur en protéines jusqu'à 45%. Chez les individus nourris avec un régime contenant 50% de protéines alimentaires, aucune amélioration de ces paramètres n'est observée.

Les meilleurs taux de survie sont obtenus avec les poissons nourris avec le régime contenant 50% de protéines, tandis que le plus faible taux de survie est obtenu avec le régime à 30% (Tableau V).

Les résultats des analyses biochimiques des poissons nourris avec les cinq régimes alimentaires sont présentés dans le tableau VI. Les teneurs relatives en eau des poissons en fin d'expérience ne sont pas significativement différentes entre les régimes ($P > 0,05$).

Les teneurs corporelles en protéines et lipides ont augmenté de façon linéaire avec l'augmentation de la teneur en protéines dans le régime. Les lots de poissons nourris avec un régime ou la teneur en protéines est supérieure ou égale à 45% présentent la teneur en protéines corporelle la plus élevée, suivies de ceux nourris avec les régimes contenant 30 à 40% de protéines. Dans tous les régimes expérimentés, les valeurs les plus faibles sont obtenues avec les poissons en début d'expérience.

En ce qui concerne la teneur en lipides corporels, les résultats montrent que les poissons nourris avec le régime contenant 50% présentent la teneur la plus élevée comparée à ceux qui sont nourris avec les autres régimes. Les individus sont plus gras en fin qu'en début de l'expérience quel que soit le régime alimentaire (tableau VI).

3.2.2 Effet des variations de la teneur en lipides dans l'aliment sur la croissance et la composition biochimique de la carcasse des juvéniles de *L. niloticus*.

Les effets de la teneur en lipides alimentaires sur les paramètres zootechniques (gain de poids, taux de croissance spécifique, taux de conversion alimentaire, le taux d'efficacité protéique et le taux de survie) chez *L. niloticus* au cours de l'expérience sont résumés dans le tableau VII.

Aucune différence de poids n'est observée chez les juvéniles de *L. niloticus* en début d'expérience. Ceci indique que les groupes expérimentaux étaient homogènes en termes de poids. En huit semaines d'élevage, les taux de survie varient entre $86,67 \pm 0,06\%$ à $76,67 \pm 0,07\%$ et restent statistiquement comparable $P > 0,05$ (Tableau VII).

Tableau VII : Performances de croissance et taux de survie en fonction de la teneur en lipides de l'aliment chez des juvéniles de *Lates niloticus* nourris avec l'aliment expérimental[1].

Paramètres	Teneur en lipides dans les aliments			
	9%	11%	13%	15%
Poids moyen initial (g)	3,27±0,22	3,28±0,05	3,26±0,05	3,30±0,03
Poids moyen final (g)	15,43±0,46^{a}	15,89±0,56^{a}	14,22±0,11^{b}	13,28±0,47^{c}
Gain de poids (%)	372,20±11,24^{a}	385,06±23,82^{a}	336,22±3,17^{b}	302,23±17,99^{c}
Taux de croissance spécifique (%)	2,77±0,04^{a}	2,82±0,09^{a}	2,63±0,01^{b}	2,48±0,08^{c}
Quantité d'aliment ingérée	24,26±0,51^{a}	24,3±0,44^{a}	22,93±0,50^{ab}	22,93±0,50^{b}
Taux de conversion alimentaire	1,99±0,05^{b}	1,93±0,07^{b}	2,09±0,06^{ab}	2,26±0,24^{a}
Coefficient d'efficacité protéique	1,11±0,03^{a}	1,15±0,04^{a}	1,06±0,03^{ab}	0,99±0,10^{b}
Taux de survie (%)	83,33±0,15	76,67±0,06	83,33±0,06	86,67±0,06

[1]Les résultants sont exprimés en : moyenne ± ESM de trois répétitions (n = 3). Sur chaque ligne, les moyennes ± ESM, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$). L'absence de lettre sur une même ligne indique une absence de différence significative ($P > 0,05$).

A la fin de l'expérimentation, les meilleures performances de croissance spécifique et de gain de poids sont obtenues avec les régimes contenant 11 % et 9 % de lipides ($P < 0,05$). Le plus faible gain de poids est obtenu avec les poissons nourris avec le régime dosant 15% de lipides.

Cependant, les taux de croissance spécifique étaient de 2,77 ; 2,82 ; 2,63 et 2,48 % pour les groupes de poissons nourris avec des aliments contenant 9 ; 11 ; 13 et 15 % de lipides, respectivement.

Le taux de conversion alimentaire est significativement plus faible ($P < 0,05$) chez les poissons alimentés avec les régimes contenant 11 % et 9 % de lipides comparativement aux autres régimes expérimentaux testés. Le taux de conversion alimentaire le plus élevé (2,26) est obtenu avec le groupe de poissons nourris avec le régime contenant 15 % de lipides.

Chez le *L. niloticus* une augmentation du taux de lipides dans le régime alimentaire dimunie significativement le coefficient d'efficacité protéique (CEP) ($P < 0,05$).

Le coefficient d'efficacité protéique est plus élevé quand la teneur en lipides dans l'aliment augmente jusqu'à 11 % d'inclusion. Le régime contenant 15 % de lipides a donné le taux d'efficacité protéique le plus faible. Le meilleur coefficient d'efficacité protéique est obtenu avec les juvéniles nourris avec les régimes contenant 11 % de lipides. Cette valeur n'est pas significativement différente ($P > 0,05$) de celles obtenues avec des larves nourries avec les régimes contenant entre 9 % et 13 % de lipides (Tableau VII).

Les résultats des analyses biochimiques des poissons nourris avec les régimes alimentaires expérimentaux sont présentés dans le tableau VIII.

Les teneurs relatives en eau des poissons en fin d'expérience ont diminué significativement avec l'augmentation des lipides dans les régimes alimentaires tandis que les teneurs corporelles en lipides ont augmenté de façon linéaire avec l'augmentation de la teneur en lipides dans le régime ($P < 0,05$). Les teneurs corporelles en protéines et cendres ne sont pas significativement différentes entre les régimes testés ($P > 0,05$).

Tableau VIII : Composition biochimique de la carcasse des juvéniles en fonction des lipides de l'aliment chez des juvéniles de *Lates niloticus* nourris avec l'aliment expérimental[1].

Paramètres	Teneur en lipides (%)			
	9	11	13	15
Cendres	20,43±0,09	20,25±0,06	20,74±0,1	20,21±0,09
Lipides	11,73±0,15^{d}	12,43±0,21^{c}	12,96±0,09^{b}	13,84±0,14^{a}
Protéines	52,33±0,21	52,47±0,23	52,33±0,21	52,3±0,10
Teneur en eau	80,61±0,12^{a}	79,28±0,18^{b}	78,46±0,33^{c}	77,51±0,15^{d}

[1]Les résultants sont exprimés en : moyenne ± ESM de trois répétitions (n = 3). Sur chaque ligne, les moyennes ± ESM, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$). L'absence de lettre sur une même ligne indique une absence de différence significative ($P > 0,05$).

Pour estimer la teneur en lipides alimentaires chez *L. niloticus*, la régression de second degré du taux de croissance spécifique est utilisée (Figure 10).

L'équation de régression est la suivante : $Y = -0,0121x^2 + 0,2369\ x + 1,6301.$

Après dérivation, la teneur optimale en lipides chez les juvéniles de *L. niloticus* peut être estimée à 9,79 %.

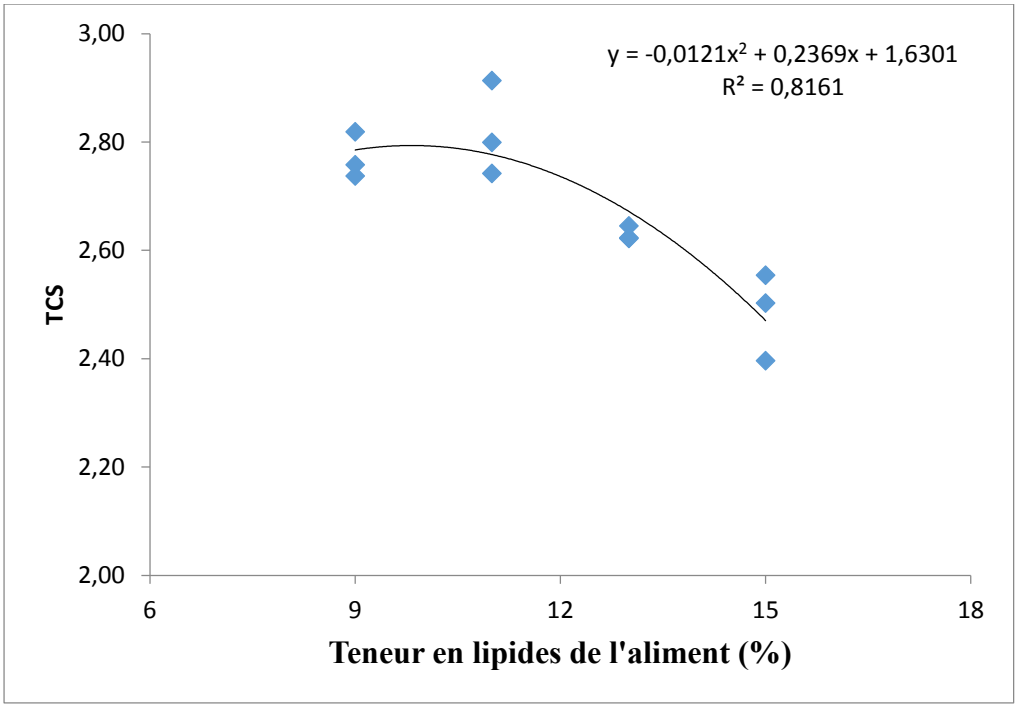


Figure 10 : Régression de second degré du taux de croissance spécifique (TCS) sur la teneur en lipides de l'aliment chez des juvéniles de *L. niloticus*.

3.2.3 Essai de substitution de la farine de poisson par la farine de soja dans la formulation des aliments sur la croissance des juvéniles de *L. niloticus*.

Les résultats des paramètres zootechniques chez *L. niloticus* au cours de l'expérience sont consignés dans le tableau IX.

Les meilleures performances de croissance et d'efficacité alimentaire sont obtenues chez les juvéniles de la perche du Nil nourris avec le régime à base la farine de poisson (A), suivis dans l'ordre de performance par les régimes B, C, D et E. Pour l'ensemble de ces régimes, les taux de croissance spécifiques (TCS) varient entre 3,26 % et 3,77 %. Il y a eu une différence significative des TCS entre les régimes alimentaires ($P < 0,05$). Le coefficient d'efficacité protéique (CEP) a varié de 2,07 à 1,6. Les résultats statistiques montrent que le meilleur CEP est obtenu avec le régime A et le plus faible avec le régime E ($P < 0,05$).

Tableau IX : Performances de croissance et taux de survie des différents lots de *Lates niloticus* nourris avec des régimes alimentaires avec ou sans farine de soja durant 8 semaines d'expérimentation[1].

Variables	Régimes alimentaires[2]				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
Coefficient d'efficacité protéique	2,07±0,12^{a}	1,87±0,10^{b}	1,83±0,00^{b}	1,75±0,08^{bc}	1,60±0,11^{c}
Taux de conversion alimentaire	1,07±0,06^{c}	1,17±0,06^{bc}	1,20±0,0^{b}	1,27±0,06^{b}	1,40±0,10^{a}
Taux de croissance spécifique	3,77±0,02^{a}	3,59±0,07^{b}	3,45±0,03^{c}	3,44±0,02^{c}	3,26±0,02^{d}
Taux de survie	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	95,55±3,8^{b}

[1]Les résultants sont exprimés en : moyenne ± ESM de trois répétitions (n = 3). Sur chaque ligne, les moyennes ± ESM, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes (P < 0,05).

[2]Régimes alimentaires : A (0% de farine de soja), B (26% de farine de soja), C (36% de farine de soja), D (51% de farine de soja) et D (60% de farine de soja).

Pour les lots de poissons recevant les régimes A, B, C, D et E, le taux de conversion alimentaire (TCA) sont compris entre 1,07 et 1,40 kg de nourriture sèche par kilogramme de poids frais produit et sont différents entre eux ($P < 0,05$). Le TCA le plus élevé est obtenu chez les poissons nourri avec le régime E.

Le meilleur TCA est obtenu avec les régimes A et B comparé aux autres régimes C, D et E tandis que la différence entre le TCA des régimes A et B n'est pas significative ($P > 0,05$). Pour ce qui concerne les taux de survie, les analyses statistiques montrent que seul le lot nourri avec le régime E présente un taux significativement différents des autres lots ($P < 0,05$).

Les résultats des analyses biochimiques des poissons nourris avec les cinq régimes alimentaires sont consignés dans le Tableau X. Les teneurs en eau des poissons à la fin de l'expérience ont diminué par rapport à l'état initial des différents régimes. Les poissons nourris avec le régime alimentaire E ont des teneurs en eau plus élevés comparés à ceux nourris avec les régimes A et B ($P < 0,05$). Les teneurs en eau chez les individus nourris avec les régimes C, D et E ne montrent aucune différence significative ($P > 0,05$). Les résultats montrent que les teneurs en lipides corporels des poissons décroissent avec l'augmentation de la quantité de la farine de soja incorporée dans le régime alimentaire. Tous les lots de poissons sont plus gras en fin qu'en début d'expérience (Tableau X). Les résultats statistiques montrent que les poissons du lot E présentent la teneur la plus faible ($P < 0,05$) comparés à ceux qui sont nourris avec les régimes A, B, C et D. En ce qui concerne la teneur en protéines corporelles, l'analyse statistique montre qu'elle augmente de façon significative avec le taux d'incorporation de la farine de poisson dans le régime alimentaire. Les lots de poissons nourris avec le régime A présentent la teneur la plus élevée, suivis de ceux nourris avec les régimes B, C et D tandis que les valeurs les plus faibles sont obtenues avec les poissons nourris avec le régime E ($P < 0,05$).

Tableau X : Composition biochimique de la carcasse des poisons au début et en fin d'expérience des juvéniles de *L. niloticus* nourris avec des régimes alimentaires avec ou sans farine de soja durant 8 semaines d'expérimentation[1].

Composition (%)	Etat initial	Etat final (Régimes alimentaires)[2]				
		A	B	C	D	E
Cendres	20,18±0,17	20,25±0,07 ^{a}	20,27±0,03^{b}	20,36±0,02^{bc}	20,33±0,09^{bc}	20,74±0,08^{c}
Lipides	10,75±0,09	12,69±0,02^{a}	12,63±0,12^{a}	12,37±0,02^{b}	12,27±0,01^{b}	11,17±0,01^{c}
Protéines	52,30±0,61	54,09±0,02^{a}	53,62±0,20^{b}	53,39±0,20^{b}	53,21±0,39^{b}	52,57±0,19^{c}
Teneur en eau	78,11±0,11	74,09±0,06 ^{a}	74,15±0,05 ^{a}	74,34±0,13 ^{ab}	74,57±0,22 ^{b}	74,60±0,06 ^{b}

[1]Les résultants sont exprimés en : moyenne ± ESM de deux répétitions (n = 3). Sur chaque ligne, les moyennes ± ESM, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes (P < 0,05). L'absence de lettre sur une même ligne indique une absence de différence significative (P >0,05).

[2]Régimes alimentaires : A (0% de farine de soja), B (26% de farine de soja), C (36% de farine de soja), D (51% de farine de soja) et D (60% de farine de soja).

3.3 DISCUSSION

La présente étude est la première à notre connaissance qui porte sur les besoins en protéines (Ly, 2013), lipides (Ly & Ba, 2016) et farine de soja (Ly & Ba, 2015), pour une croissance optimale des juvéniles de la perche du Nil. Les résultats obtenus sont une contribution significative à l'élaboration d'aliments destinés à l'optimisation de l'élevage de la perche du Nil.

Effet des variations de la teneur en protéines sur la croissance et la composition biochimique de la carcasse des juvéniles de *Lates niloticus*.

Il est bien connu que les protéines sont les nutriments les plus importants de l'aliment et doivent être apportées en quantité, en qualité et à moindre coût pour une bonne croissance (Wee & Tacon, 1982 ; Zehra & Khan, 2011).

La présente étude a démontré l'importance du taux de protéines alimentaire dans le régime de la perche du Nil pour une croissance optimale.

Le gain de poids et la croissance spécifique des poissons sont meilleurs avec des taux de protéines alimentaires entre 30 % et 45 % dans les régimes. Entre 45 % et 50 % de teneur en protéines, aucune différence de croissance spécifique n'est notée. Le meilleur quotient nutritif est observé chez les juvéniles nourris avec le régime protéinique à 45 %. Ce qui peut être expliqué par une augmentation de l'utilisation et de la digestibilité des protéines alimentaires jusqu'à un optimum de 45 % d'inclusion.

Sur la base de ces données de performance de croissance, une alimentation contenant 45 % de protéines brutes peut être considérée comme la limite optimale pour une bonne croissance des juvéniles de la perche du Nil.

Les résultats obtenus dans cette étude sur les performances de croissance sont difficiles à situer dans la bibliographie car à notre connaissance, des études sur les besoins quantitatifs des juvéniles de cette espèce sont inexistantes.

Toutefois, une comparaison peut être faite avec les résultats des études antérieures menées sur d'autres espèces. Les résultats de cette étude sont en accord avec ceux de Luo *et al*. (2004) sur

Epinephelus coioides, Mohanty & Samantaray, (1996) sur *Channa striata*, Gunasekera *et al*. (2000) sur *Maccullochella peelii* et Yang *et al*. (2003) sur *Spinibarbus hollandi* qui ont montré que le gain de poids et le taux de croissance spécifique augmentent avec l'accroissement du taux de protéines alimentaire jusqu'à un niveau optimal.

Les résultats obtenus par Arzel *et al.* (1995) ont indiqué que les besoins en protéines pour *Salmo trutta* se situent entre 48 et 53 % tandis que Fiogbe & Kestemont (1995) ont rapporté également des valeurs similaires, 45-53 % pour *Carassius auratus*.

De nombreux auteurs ont signalé qu'en général, les poissons carnivores ont un besoin protéinique de l'ordre de 400 – 550 g kg^{-1} (Millikin, 1983 ; Wilson & Halvar, 1986 ; Wilson, 1989 ; NRC, 1993 ; Kaushik, 1995 ; Chou *et al*. 2001).

Luo *et al*. (2004) ont montré que chez les juvéniles de *Epinephelus coioides* la croissance optimale est obtenue avec un régime alimentaire incluant des teneurs en protéines avoisinant 480 g kg^{-1} si toutefois les farines de poisson et de caséine sont utilisées comme sources de protéines.

Chen & Tsai (1994) ont indiqué que les juvéniles de *E. malabaricus* exige un régime protéinique de 478 g kg^{-1} pour une croissance maximale si la farine de caséine est utilisée comme source de protéines.

Shiau & Lan (1996) suggèrent une inclusion de 502 g kg^{-1} de protéines pour une croissance maximale chez *E. malabaricus* si la farine de poisson est utilisée comme la seule source de protéines. Lazo *et al*. (1998) ont signalé que le taux de protéine optimal, pour une bonne croissance chez le pompano de Floride, *Trachinotus carolinus*, est de 450 g kg^{-1}.

Ces différences observées par rapport aux taux de protéines nécessaires dans l'alimentation pour une croissance optimale des poissons peuvent être dues aux différentes sources de protéines utilisées, les méthodes de formulation, la différence de taille des poissons, les différentes espèces étudiées, les différences de conditions environnementales, le taux d'aliments ingérés et la durée d'expérimentation.

Les résultats de cette étude ont montré aussi que le meilleur taux de conversion alimentaire est obtenu avec les régimes contenant 35 %, 40 %, 45 % et 50 % de protéines. En revanche, le taux de conversion alimentaire le plus faible est obtenu avec le régime alimentaire contenant 30 % protéines. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Wee & Tuan (1988) qui ont montré

que les meilleurs taux de conversion alimentaire sont obtenus avec une augmentation du taux de protéines jusqu'à 42,5 % chez le tilapia. Selon, ces mêmes auteurs, le taux de conversion alimentaire diminue chez les individus du même genre nourris avec des régimes contenant 50 % de protéines.

De même Lazo *et al*. (1998) ont trouvé que le meilleur taux de conversion alimentaire est obtenu chez le *pompano* de Floride nourris avec un aliment dosé à 45 % de protéine.

Une augmentation de la teneur en protéines dans l'aliment a pour conséquence une augmentation de la teneur en protéines déposée dans la carcasse de la perche du Nil. De nombreux auteurs comme Ahmad *et al*. (2012) ; Tidwell *et al*. (2005) ; Pedro *et al*. (2001) ont rapporté que la teneur en protéines dans la carcasse était positivement liée à la teneur en protéines dans l'aliment. Cette observation est en parfait accord avec les résultats de notre présente étude.

De même, les lipides contenus dans la carcasse des juvéniles ont augmenté avec l'accroissement de la teneur en protéines dans le régime.

La diminution de la teneur en glucides alimentaires associée aux régimes très riches en protéines peut être expliquée par des changements métaboliques contribuant à une inhibition de la voie lipogénique (Dias *et al*. 2004).

La survie des juvéniles de *L. niloticus* sous les différents traitements varie entre 70 et 95 %. Le taux de 70 % est obtenu dans le régime contenant 30 % de protéines. Certaines mortalités enregistrées sont dues au saut de poisson hors des aquariums expérimentaux bien que les aquariums étaient couverts par un filet.

En somme, les résultats de la présente étude indiquent que l'alimentation des juvéniles de *L. niloticus* doit inclure au minimum 45% de protéines pour une bonne croissance.

Effet des variations de la teneur en lipides sur la croissance et la composition biochimique de la carcasse des juvéniles de *L. niloticus*.

Les lipides alimentaires sont une source importante d'énergie qui fournissent également des acides gras essentiels, les phospholipides, les stérols et les vitamines nécessaires au bon fonctionnement cellulaire et au maintien de l'intégrité des structures membranaires (Sargent *et*

al. 1989). Les lipides alimentaires affectent également la qualité des poissons d'élevage en raison de leur influence sur la composition en acides gras des tissus du corps (Guillon *et al*. 1995).

En règle générale, l'augmentation de la teneur en lipides des aliments améliore la croissance, l'alimentation et l'efficacité des protéines. Elle épargne aussi les protéines qui auraient pu être catabolisés et utilisés comme source d'énergie (Hillestad & Johnsen, 1994 ; De Silva *et al.* 2001).

Toutefois, une augmentation excessive de la teneur en lipides alimentaires pourrait réduire la croissance et la santé des poissons en raison d'un stockage anormal des lipides corporels (Lee & Kim, 2005 ; Wang *et al*. 2006). Les poissons ont une teneur optimale en lipides des aliments au-delà de ce seuil, une réduction nette de la croissance est observée (Daniels & Robinson, 1986 ; Pei *et al*. 2004).
Cette observation est confirmée dans la présente étude en estimant que la teneur optimale en lipides des aliments est de 9,79 %.

La réduction de la croissance chez le *L. niloticus*, nourris avec un régime excessif en lipides des aliments peuvent être due à la capacité limitée à digérer et à absorber de grandes quantités de lipides ou à une réduction de la prise alimentaire et, par conséquent, une augmentation du taux de conversion alimentaire.

Les résultats de cette étude montrent une augmentation significative de coefficient d'efficacité protéique avec la teneur en lipides alimentaires jusqu'à 11 % puis une réduction est observée au-delà de ce seuil.

Une réduction du gain de poids et une augmentation du taux de conversion alimentaire sont notées avec l'augmentation de la teneur en lipides alimentaires entre 11 et 15 %. Ces résultats indiquent que l'augmentation de la teneur en lipides alimentaires de 11 à 15 % ne peut induire le phénomène d'épargne des protéines par les lipides chez la perche du Nil. Des résultats similaires sont obtenus chez d'autres espèces de poissons comme chez les juvéniles de *Pseudobagrus ussuriensis*. Wang *et al*. (2013) n'ont pas mis en évidence le phénomène d'épargne des protéines de même que d'autres auteurs comme Catacutan & Coloso (1995) chez les juvéniles de *Lates calcarifer* et Lee & Kim (2005) chez les juvéniles de *Paralichthys olivaceus*.

Au contraire, le phénomène d'épargne des protéines par les lipides est observé chez *Ictalurus punctatus* par Page & Andrews (1973), *Lateolabrax japonicus* par Ai *et al*. (2004) et aussi chez d'autres espèces de poisson.
Ainsi, il est important de fournir un ratio approprié entre la source d'énergie protéique et non protéique lors de la formulation d'aliments pour poissons afin que cet aliment soit rentable en termes d'effet sur la croissance des individus élevés et respectueux de l'environnement.

L'analyse biochimique à la fin de l'expérience est fréquemment utilisée pour déterminer l'influence des aliments sur la composition biochimique corporelle du poisson. Selon Shearer (1994), l'environnement et l'alimentation sont des facteurs exogènes qui influent directement sur la composition biochimique des poissons en élevage. Il convient dès lors de noter que dans cette étude, la composition de l'aliment reste le facteur primordial pouvant influencer la composition corporelle des poissons, parce que les autres facteurs notamment environnementaux sont maintenus identiques pendant l'expérimentation.

Les données portant sur la composition corporelle des poissons permettent d'évaluer l'efficacité du transfert des nutriments de l'aliment aux poissons et permettent également d'apprécier l'état nutritionnel du poisson.
Les résultats de la présente étude indiquent que la teneur en lipides des aliments affecte de manière significative la composition corporelle du poisson.
Les protéines et cendres corporelles ne sont pas affectées significativement par la teneur en lipides des aliments. Par contre, l'humidité corporelle a diminué sensiblement avec l'augmentation de la teneur en lipides des aliments.
Une augmentation significative des dépôts de lipides corporelles est observée avec l'augmentation de la teneur en lipides des aliments. Une telle relation est également mise en évidence chez *Clarias gariepinus* (Ali & Jauncey 2005), *Ictalurus punctatus* (Page & Andrews, 1973), *Trachycorystes trachycorystes* (Salhi *et al*. 2004), *Rachycentron canadum* (Craig *et al*. 2006) ; *Sciaenops ocellatus* (Ellis & Reigh, 1991 ; Serrano *et al*. 1992) et *Mugil cephalus* (Rangaswamy *et al*. 1998).

Diverses études ont montré que l'alimentation des poisons avec des régimes à forte teneur en lipides induisait une augmentation du dépôt lipidique chez plusieurs espèces de poissons, comme *Paralichthys olivaceus* (Lee & Kim, 2005), *Micropterus salmoides* (Bright *et al*. 2005), *Nibea miichthioides* (Wang *et al*. 2006) et *Pagellus bogaraveo* (Figueiredo-Silva *et al.* 2010).

Le taux de survie des juvéniles de *L. niloticus* a varié de 76 à 86 % selon les régimes alimentaires sur toute la durée de l'expérience. La survie n'est pas significativement affectée par la teneur en lipides des aliments, contrairement aux observations faites chez d'autres espèces telles que les juvéniles de *Rutilus frisii* (Ebrahimi & Ouraji, 2011) et de *Pelteobagrus vachelli* (Zheng *et al*. 2010).

Les résultats de la présente étude montrent que la teneur optimale en lipides des aliments chez les juvéniles de *L. niloticus* pour une meilleure performance de croissance est de 9,79 %.

Essais de substitution de la farine de poisson par la farine de soja dans les formulations de l'aliment chez la perche du Nil.

De nombreuses études sont réalisées sur l'utilisation de la farine de soja dans les régimes alimentaires pour les poissons tels que *Heterotis niloticus* (Monentcham *et al.* 2010), *Sparus aurata* (Nengas *et al*. 2008) et *Dicentrarchus labrax* (Tibaldi *et al*. 2006).

Les résultats obtenus montrent qu'il est possible d'incorporer la farine de soja jusqu'à 51 % dans un régime alimentaire pour le grossissement de la perche du Nil. En effet, l'inclusion de la farine de soja jusqu'à 51 % affecte légèrement les performances zootechniques chez la perche du Nil. Au-delà de ce seuil, une réduction nette de la croissance et une mauvaise transformation alimentaire sont observées. Des résultats similaires sont obtenus par d'autres études menées sur d'autres espèces. Schaeffer *et al.* (2011) indiquent qu'il est possible d'inclure jusqu'à 49,5 % de la farine de soja sans effet négatif sur la croissance de la perche jaune. Pour Kasper *et al*. (2007) il est possible d'incorporer la farine de soja jusqu'à un seuil de 50 % sans conséquences négatives sur la croissance des juvéniles de la perche jaune (*Perca flavescens*).

Selon Monentcham *et al*. (2010), chez *Heterotis niloticus*, le remplacement de la farine de poisson par une mixture des farines soja et de la graine de coton à concurrence de 50 % est sans effet négatif sur sa croissance. L'étude menée par Rodiles *et al*. (2012) sur la Sole sénégalaise (*Solea senegalensis*) établit que 30 % de la farine de poisson peut être substituée par des dérivés de soja sans incidence ni sur la croissance ni sur les protéases intestinales de cette espèce.

La mauvaise croissance observée chez les individus nourris avec le régime E pourrait être liée à la présence des facteurs antinutritionnels présents dans la farine de soja. La présence de ces facteurs dans les matières d'origine végétale affecte directement (inhibiteurs de trypsine, acides

phytiques qui complexe le phosphore et le rend indisponible) ou indirectement (oligosaccharides, tannins, glucosinolates dont les métabolites affectent l'appétit et perturbent la synthèse des hormones thyroïdiennes), la capacité digestive des poissons (Pham *et al*. 2007).
Le faible taux du coefficient d'efficacité protéique au-delà d'une incorporation de 50% de farine de soja peut être dû à une déficience en acides aminés essentiels dans la farine de soja. Médale & Kaushik (2009) ont reportés que quand l'apport alimentaire en acides aminés ne répond pas parfaitement aux besoins de l'animal, le catabolisme azoté augmente, la rétention protéique est réduite et donc la croissance est ralentie avec les rejets azotés accrus.

La substitution de la farine de poisson par des produits végétaux provoque des modifications des marqueurs du système immunitaire au niveau du foie et de l'intestin chez toutes les espèces de poissons (Sitjà-Bobadilla *et al.* 2005; Tacchi *et al*. 2012).
L'analyse biochimique de l'aliment montre que le régime E est le plus riche en extractif non azoté (ENA) d'où sa richesse en glucides complexes. La forte teneur en fibres de l'aliment E peut expliquer les mauvaises performances de croissance observées chez la perche du Nil nourrie avec ce régime. Les fibres accélèrent le transit gastro-intestinal ; d'où une faible efficacité digestive des enzymes et par conséquent, elles diminuent l'absorption des nutriments (Médale *et al.* 2013). De plus, il a été observé que les fibres peuvent réduire la biodisponibilité des nutriments (Médale *et al.* 2013).
En général, une faible croissance est observée chez le poisson nourri avec des protéines d'origine végétale. Ceci peut s'expliquer par la faible appétibilité, les déficiences en certains acides aminés, la faible teneur en phosphore, la forte teneur en extractif non azoté et enfin le trouble de métabolisme lipidique (Gatlin III *et al*. 2007 ; Nengas *et al*. 2008 ; Médale *et al.* 2013). La synthèse protéique et la croissance des poissons sont affectées par la déficience d'un ou de plusieurs acides aminés dans l'aliment. Gatlin III *et al*. (2007) ont rapporté que les faibles teneurs en lysine et en méthionine dans la farine de soja représentent une limite de leur utilisation dans les aliments pour les poissons. Il a été observé une réduction de la croissance chez la daurade nourrie avec un régime où 30 % de la farine de poisson est substituée par la farine de soja (Nengas *et al*. 2008).
L'analyse de la composition biochimique de la carcasse des poissons a montré que les teneurs en lipides corporels des poissons décroissent avec l'augmentation de la quantité de la farine de soja incorporée dans le régime alimentaire. Des résultats similaires sont observés par Azaza *et al.* (2006) chez le tilapia, *Oreochromis niloticus* et par Siddhuraju & Becker (2001) chez la Carpe commune, *Cyprinus carpio*, nourrie avec des régimes contenant des matières premières d'origine

végétale à des taux de 40 %. Par contre, Tibaldi *et al.* (2006) ont rapporté que l'inclusion de différents types et taux de farine de soja jusqu'à un taux de 60 % n'ont pas d'influence sur la composition biochimique de la carcasse chez le bar européen, *Dicentrarchus labrax*. Les mortalités observées sont dues au refus de deux sujets qui se suffisaient d'une prise alimentaire de 2 ou 3 graines par repas, d'où ils étaient affaiblis et ont fini par mourir. Les résultats de cette partie indiquent qu'il est possible d'incorporer jusqu'à 51 % de farine de soja dans l'alimentation des juvéniles de *L. niloticus* sans compromettre leur croissance.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Dans ce travail, nous avons recherché les besoins alimentaires et nutritionnels de la perche du Nil pour faciliter sa domestication et valoriser les sous-produits agricoles végétaux afin de réduire le coût de la production aquacole. Autrement dit, nous avons essayé de répondre aux questions suivantes : « quels sont les besoins protéiniques et lipidiques des juvéniles de *Lates niloticus*, et quelle quantité de protéines d'origine animale était nécessaire pour cette espèce en élevage ?

La première partie de ce travail rappelle les généralités sur l'aquaculture et la pêche. Dans cette partie, nous avons montré la contribution de l'aquaculture dans l'approvisionnement mondial. Il ressort aussi que l'aquaculture dépend en partie de la pêche pour se développer, en raison de la forte utilisation des farines de poisson dans l'alimentation des poissons. En plus, des farines de poissons, des farines végétales aussi peuvent être utilisées comme source des protéines nécessaires à la croissance des poissons.

La seconde partie est consacrée à la bio écologie de *Lates niloticus.* Cet espèce est très appréciée par les consommateurs et est endémique dans la sous-région. L'étude montre que le *Lates niloticus* est une espèce qui a une croissance rapide et se reproduit facilement en milieu naturel.

La troisième partie présente les résultats de trois études expérimentales. Dans un premier temps, l'étude a permis d'apprécier les besoins protéiniques des juvéniles de la perche. Il ressort de cette expérimentation que les juvéniles de *Lates niloticus* ont un besoin de 45 % de protéines dans leur aliment pour assurer une bonne croissance. Dans un second temps, l'étude des besoins lipidiques des juvéniles de la *Lates niloticus* est réalisée. Nous avons utilisé les résultats de l'étude portants sur les besoins en protéines pour formuler différents aliments avec des teneurs en lipides variables. Les résultats de cette expérimentation ont montré que pour une meilleure performance de croissance, les juvéniles de *Lates niloticus* ont un besoin de 9,79 % de lipides. La dernière étude a permis de comprendre qu'il est possible d'incorporer jusqu'à 51 % de farines d'origines végétales notamment la farine de soja dans l'alimentation des juvéniles de *L. niloticus* sans compromettre leur croissance.

Au cours de ce travail, nous avons pu obtenir des données alimentaires et nutritionnelles de base sur l'alimentation et la nutrition des juvéniles de la perche du Nil nécessaires à l'optimisation de la formulation spécifique de leurs aliments.

Des études similaires sont nécessaires sur les autres stades de développement des *Lates niloticus* non analysés dans la présente étude (larves, adultes et géniteurs) pour maîtriser les besoins nutritionnels spécifiques de ce poisson à toutes les phases de son cycle de développement.

Pour la mise en place d'une filière de production de *Lates niloticus*, il faudrait que des recherches soient menées dans le domaine de la reproduction artificielle de cette espèce et de son alevinage. Pour ce faire des études sur l'influence des caractéristiques physico-chimiques telles que la température, la photopériode, la turbidité, le pH, l'oxygène dissous sur le déroulement du cycle sexuel depuis la gamétogenèse jusqu'à la survie des premières larves, devront être effectués.

Des études similaires pourraient être entreprises dans l'alimentation de la perche du Nil concernant la substitution des farines de poissons par des sous-produits d'origine végétale comme la farine de coton, maïs, tourteau d'arachide, son de riz … disponibles et accessibles localement, sur la base des résultats pionniers de cette étude. De même que, la substitution des huiles de poisson dans la formulation de l'aliment destiné à cette espèce par des huiles végétales (huile d'arachide, de soja, de palme …) plus disponibles est un axe potentiel pour des futurs travaux de recherche.

Bien qu'ayant connu une progression substantielle avec les acquis de cette étude, la domestication du *L. niloticus* dépendra de la disponibilité des larves durant toutes les saisons ce qui passe par une maîtrise de la reproduction artificielle de cette espèce.

La réalisation effective de ces perspectives de recherche contribuerait efficacement à la diversification des espèces piscicoles élevées, à l'accroissement de la production aquacole de la région et, par conséquent, à l'épanouissement des populations (renforcement de la sécurité alimentaire et augmentation des revenus), ainsi qu'à l'expansion de l'économie de cette région (création d'emplois).

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Acere TO. 1985. Observations on the biology of the Nile perch (*Lates niloticus*) and the growth of its fishery in the northern waters of Lake Victoria. FAO Fishing Report, 335: 42-65.

Ahmad M, Qureshi TA, Singh AB, Susan M, Kamlesh B, Salman RC. 2012. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate contents on growth, feed efficiency and carcass composition of *Cyprinus carpio* communis fingerlings. International Journal of Fisheries and Aquaculture, 4 (3): 30-40.

Ai QH, Mai KS, Li HT. 2004. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicas*. Aquaculture, 230: 507-516.

Ali MZ, Jauncey K. 2005. Approaches to optimizing dietary protein to energy ratio for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Aquaculture Nutrition, 11: 95-101.

Al-Kholy AA, Rafail SZ, Mahdi MA. 1973. Biological studies on Sudanese inland fishes, *Lates niloticus*. Bulletin of the Institute of Oceanography and Fisheries. Cairo, 3: 1-28.

Allan GL, Parkinson S, Booth MA, Stone DAJ, Rowland SJ, Frances J, Warner-Smith R. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus* b*idyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. Aquaculture, 186: 293-310.

Arzel J, Metailler R, Kereguer C, Le Delliou H, Guillaume J. 1995. The protein requirement of brown trout (*Salmo trutta*) fry. Aquaculture, 130: 67-78.

Austreng E, Krogdahl A. 1987. Food quality of cultured salmonids can be influenced. Feedstuffs, 59: 12-14.

Azaza MS, Mensi F, Toko II, Dhraief MN, Abdelmouleh BB, Kraiem MM. 2006. Effets de l'incorporation de la farine de tomate dans l'alimentation du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*, L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud Tunisien. Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer de Salammbo., 33: 47-58.

Basiita RK, Aruho C, Kahwa D, Nyatia E, Bugenyi FW, Rutaisire J. 2011. Differentiated gonochorism in Nile perch *Lates niloticus* from Lake Victoria, Uganda. African Journal of Aquatic Science, 36 (1): 89-96.

Beuving JJ. 2010. Playing pool along the shore of Lake Victoria: Fishermen, careers, and capital accumulation in the Ugandan Nile perch business. Africa, 80 (2): 224-248.

Bishai RM. 1975. Food and Feeding habits of the Nile perch *Lates niloticus* at Gabel Aulyra Reservoir (Soudan). Bulletin of the Zoological Society of Egypt, 27: 97

Bishai RM. 1970. Studies on the biology of family Bagridae (Pisces) in Sudan. Ph.D. Thesis. Cairo. 365 p.

Blache J. 1964. Les poissons du bassin du Lac Tchad et du Mayo Kebbi. Mémoire ORSTOM, Paris. 483 p.

Bright LA, Coyle SD, Tidwell JH. 2005. Effect of dietary lipid level and protein energy ration growth and body composition of largemouth bass *Micropterus salmoides*. Journal of World Aquaculture Society, 36: 129-134.

Brown PB, Strange RJ, Robbins KR. 1985. Protein digestibility coefficients for yearling channel catfish fed high protein feedstuffs. The Progressive Fish-Culturist. 47: 94-97.

Brummett RE, Lazard J, Moehl J. 2008. African aquaculture: Realizing the potential. Food Policy, 33: 371-385.

Burel C, Boujard T, Kaushik SJ, Boeuf G, Van der Geyten S, Mol, K.A, Kühn ER, Quinsac A, Krouti M, Ribailler D. 2000. Potential of plant protein sources as fish meal substitutes in diets for turbot (*Psetta maxima*): growth, nutrient utilization and thyroid status. Aquaculture, 188: 363-382.

Cao L, Wang W, Yang C, Yang Y, Diana J, Yakupitiyage A, Luo Z, Li D. 2007. Application of microbial phytase in fish feed. Enzyme and Microbial Technology, 40: 497-507.

Catacutan MR, Coloso RM. 1995. Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*. Aquaculture, 131 (1-2): 125-133.

Chen HY, Tsai JC. 1994. Optimal dietary protein level for the growth of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*, fed semipurified diets. Aquaculture, 119: 265-271.

Cheng ZJ, Hardy RW. 2002. Apparent Digestibility Coefficient and Nutritional value of Cottonseed meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 212: 361-372.

Chou RL, Her BY, Su MS, Hwang G, Wu YH, Chen HY. 2004. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. Aquaculture, 229: 325-333.

Chou RL, Su MS, Chen HY. 2001. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 193: 81-89.

Craig SR, Schwarz MH, McLean E. 2006. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. Aquaculture, 261: 384-391.

Dadebo E, Ahlgren I, Ahlgren G. 2005. Maturation, sex ratio and fecundity of the Nile perch *Lates niloticus* (L.) (Pisces Centropomidae) in lake chamo, Ethiopia. Ethiopian Journal of Science., 28 (2): 151-160.

Degani G, Viola S, Yehuda Y. 1997a. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus* × *O. niloticus*). Bamidgeh, 49: 115-123.

Degani G, Viola S, Yehuda Y. 1997b. Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp, *Cyprinus carpio* L. Aquaculture Research, 28: 23-28.

Daget J. 1964. Notes sur les *Lates niloticus* (Poissons, Centropomidae) immatures de la région de Mopti. Bulletin Institut Fondamental Afrique Noire, 26 (2): 1320-39.

Daniels WH, Robinson EH. 1986. Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture, 53: 243–252.

De Silva SS, Gunasekera RM, Shim KF. 1991. Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. Aquaculture, 95: 305-318.

De Silva SS, Gunasekera RM, Gooley G, Ingram BA. 2001. Growth of Australian shorfin eel (*Anguilla australis*) elvers given different dietary protein and lipid levels. Aquaculture Nutrition, 7: 53-57.

Dias J, Rueda-Jasso R, Panserat S, Conceicao LEC, Gomes EF, Dinis MT. 2004. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth, lipid deposition and metabolic hepatic enzymes in juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup). Aquaculture Research, 35: 1122-1130.

Diop A, Daffe M, Hishamunda N, Kalende BM, Ba M. 2009. Plan de Développement de l'Aquaculture en République du Sénégal à l'Horizon 2010-2015. Document technique, 1-45.

Durand J, Loubens G. 1969. Courbes longueur-poids de 46 poissons du bassin tchadien. Fort-Lamy, ORSTOM, 70 p.

Ebrahimi G, Ouraji H. 2011. Dietary lipid requirement for the Kutum fingerlings, *Rutilus frisii kutum* (Kamenskii 1901). Research journal of Animal Sciences, 5(1): 1-5.

Eccles DH. 1976. Mass mortality of *Lates niloticus* in Lake Albert. Journal of the Limnological Society of Southern Africa 2 (l): 7-10

Ellis SC, Reigh RC. 1991. Effects of dietary lipid and carbohydrate levels on growth and body composition of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture, 97: 383-394.

Fagbenro OA, Balagon AM, Anyanwu CN. 1992. Optimum dietary protein level of *Heterobranchus bidorsalis* fed compounded diet. Nigerian Journal of Applied Fisheries and Hydrobiology, 1: 41-45.

Figueiredo-Silva AC, Corraze G, Borges P, Valente LMP. 2010. Dietary protein/lipid level and protein source effects on growth, tissue composition and lipid metabolism of blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*). Aquaculture Nutrition, 16: 173-187.

Fiogbe ED, Kestemont P. 1995. An assessment of the protein and amino acid requirements in goldfish (*Carassius auratus*) larvae. Journal of Applied Ichthyology, 11: 282-289.

Fiogbe ED. 1996. Contribution à l'étude des besoins nutritionnels chez les larves et juvéniles de la Perche fluviatile (*Perca fluviatilis* L.). Thèse de doctorat en Sciences, FUNDP, Belgique, 334 p.

Folch J, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple methods for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry, 226: 497-509

Francis G, Makkar HPS, Becker K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture, 199: 197-227.

Fryer G, Iles TD. 1972. The cichlid fishes of the Great Lakes of Africa. Their biology and evolution. Edinburgh, 641 p.

Gatlin DM III, Barrows FT, Brown P, Dabrowski K, Gaylord TG, Hardy RW, Herman E, Hu GS, Krogdahl A, Nelson R, Overturf K, Rust M, Sealey W, Skonberg D, Souza

EJ, Stone D, Wilson R, Wurtele E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. Aquaculture Research, 38: 551-579

Gee JM. 1965. Nile perch investigation. Annual Report East African Freshwater Fisheries Research Organization, 13-76.

Gee JM. 1969. A comparison of certain aspects of the biology of *Lates niloticus* in some East African lakes. Revue de Zoologie et de Botanique Africaines, 80: 244-262.

Getachew T. 1993. The composition of nutritional status of *Oreochromis niloticus* in Lake Chamo, Ethiopia. Journal of Fish Biology, 42: 865-874.

Goldschmidt T, Witte F, Wanink J. 1993. Cascading Effects of the Introduced Nile Perch on the Detritivorous/Phytoplanktivorous Species in the Sublittoral Areas of Lake Victoria. Conservation Biology, 7 (3): 686-700.

Gomes EF, Rema P, Kaushik SJ. 1995. Replacement of fishmeal by plant-proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestbilitity and growth performance. Aquaculture, 130 (2-3): 177-186

Gosse JP. 1963. Le milieu aquatique et l'écologie des Poissons dans la région de Yangambi Annales du Musée royal de l'Afrique Centrale, 1l6 (8): 1l5-271

Greenwood PH, Myers GS, Rosen DE, Weitzman SH. 1966. Phyletic studies of Teleostan fishes with a provisional classification for living fishes. Bulletin of the American Museum of Natural History, 131: 339-456.

Guillon A, Soucy P, Khalil M, Adambounou L. 1995. Effect of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle, fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*). Aquaculture, 136: 351-362.

Gumisiriza R, Mshandete AM, Rubindamayugi MS, Kansiime F, Kivaisi AK. 2009. Nile perch fish processing waste along Lake Victoria in East Africa Auditing and characterization. African Journal of Environmental Science and Technology 3 (1): 13-20.

Gunasekera RM, De Silva SS, Collins RA, Goolley G, Ingram BA. 2000. Effect of dietary protein level on growth and food utilization in juvenile Murray cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell). Aquaculture Research, 31: 181-187.

Hamblyn EL. 1966. The food and feeding habits of Nile perch *Lates niloticus* (Linn) (Pisces Centropomidae). 1966 Revue Zoology. Botany Africa, 74 (1-2): l-28

Hashem MT, Hussein KA. 1973. Some biological studies of the Nile perch (*Lates niloticus*) the Noaha Hydrodrome. Bulletin of the Institute of Oceanography and Fisheries, Cairo, 3: 364-393

Hasan MR, New MB. 2013. On-farm feeding and feed management in aquaculture. Document technique sur les pêches et l'aquaculture nº 583. Rome, FAO. 67 p.

Hernandez C, Sarmiento-Pardo J, Gonzalez-Rodrigez B, Isabel AP. 2004. Replacement of fish meal with co-extruded wet tuna viscera and corn meal in diets for white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone), Aquaculture Research, 35 (12): 1153-1157.

Hernandez MD, Martinez FJ, Jover M, Garcia GB. 2007. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. Aquaculture, 263: 159-167.

Hertrampf JW, Pieded-Pascual F. 2000. Handbook on ingredients for Aquaculture Feeds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 573p.

Hillestad M, Johnsen FT. 1994. High-energy/low-protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. Aquaculture, 124: 109-116.

Holden MJ. 1967. The systematics of genus *Lates* (Teleostei: Centropomidae) in Lake Albert, East Africa. 1967 Journal Zoology London, 151: 329-42

Hopson AJ. 1965. Winter scale rings in *Lates niloticus* (Písces: Centropomidae) from Lake Chad. Nature London, 208 (50l4): pp1013-1014

Hopson AJ. 1969. A description of pelagic embryos and larval stages of *Lates niloticus* (Pisces, 1969 Centropomidae) from Lake Chad, with a review of early development in lower percid fishes. Zoological Journal of the Linnean Society, 48:117-34

Hopson, A.J. (1972). A study of the Nile perch (*Lates niloticus*) in Lake Chad. Overseas Research Publication, 19: 1-93.

Hughes NF. (1986). Changes in the feeding biology of the Nile perch, *Lates niloticus*, in Lake Victoria since its introduction in 1960, and its impact on the native fish community of the Nyanza Gulf. Journal of Fish Biology, 29: 541-548.

Hughes NF. 1992. Nile perch, *Lates niloticus*, predation on the freshwater prawn, *Caridina niloticus*, in the Nyanza Gulf of Lake Victoria, East Africa, Environmental Biology of Fishes, 33: 307-309.

Jackson PNB. 1961. The impact of predation, especially by the Tiger fish (*Hydrocinus vittaus*) on African freshwater fishes. Proceedings of the Zoological Society of London., 136 (4): 603-22

Kaelin A.J, Cowx I.G. 2002. Outline of the path forward in Uganda's fisheries sector. The Presidential Conference on Export Competitiveness Kampala - Uganda, 15 p.

Kahawa D. 2013. Gametogenesis, gonadal, gonadal recrudescence, restraint and spawning patterns in Nile perch, *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758). PhD dissertation, Rhodes University, South Africa. 196 p.

Kasper CS, Watkins BA, Brown PB. 2007. Evaluation of two soybean meals fed to yellow perch (*Perca flavescens*), Aquaculture Nutrition, 13: 431-438

Kaushik SJ. 1990. Use of alternative protein sources for the intensive rearing of carnivorous fishes. In: Mediterranean Aquaculture, Flos R, Tort L, Torres P, (Eds), Ellis Horwood, UK, 125-138.

Kaushik SJ. 1995. Protein nutrition and metabolism in fish. In: Protein Metabolism and Nutrition. Proceedings of the 7th International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition, EAAP Publication 81 (Nunes AF, Portugal AV, Costa JP, Ribeiro JR. eds). Wageningen Academic Publishers, pp. 47-56

Kaushik SJ. 1998. Whole body amino acid composition of European seabass (*Dicentrarchus labrax*), gilthead seabream (*Sparus aurata*) and turbot (*Psetta maxima*) with an estimation of their IAA requirement profiles. Aquatic Living Resources, 11: 355-358.

Kaushik SJ. 2004. Alimentation humaine, ressources halieutiques et avenir de l'aquaculture. Dossiers de l'Environnement de l'INRA, 26: 19-24.

Kaushik SJ, Coves D, Dutto G, Blanc D. 2004. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 230 : 391-404.

Kaushik SJ, Cravedi JP, Lalles JP, Sumpter J, Fauconneau B, Laroche M. 1995. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential

estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout. Aquaculture, 133: 257-274.

Kaushik SJ, Médale F. 1994. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. Aquaculture, 124: 81-97.

Kenan E, Chris G C. 2005. Fish meal replacement by plant and animal by-products in diets for the Australian short-finned eel, *Anguilla australis australis* (Richardson), Aquaculture Research, 36 (5): 445-454.

Kim K, Wang X, Bai SC. 2003. Reevaluation of the dietary protein requirement of Japanese flounder (*Parlichthys olivaceus*). Journal of World Aquaculture Society, 34 (2): 133-139.

Kinloch BG.1956. Fishing in Uganda. Uganda Wildlife Sport, 1: 13-21

Kitchell J F, Schindler D E, Ogutu-Ohwayo R, Reinthal P N. 1997. The Nile perch in Lake Victoria: Interactions between predation and fisheries. Ecological Applications, 7 (2): 653-664.

Krogdahl A, Hemre GI, Mommsen TP. 2005. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. Aquaculture Nutrition, 11: 103-122.

Katunzi EFB, Densen WLTVan, Wanink JH, Witte F. 2006. Spatial and temporal patterns in the feeding habits of juvenile Nile perch in the Mwanza Gulf of Lake Victoria. Hydrobiologia, 256: 121-133.

Latif AFA, Khallaf EA.1974. Studies on the Nile perch *Lates niloticus*. Bulletin of the Institute of Oceanography and Fisheries, Cairo, 4: 133-163.

Latif AFA, Khallaf EA.1976. Mortality rates of *Lates niloticus* in Lake Nasser. Hydrobiologia, 50 (l): 27-32

Latif AF.1974. Fisheries of Lake Nasser. Aswan Regional Planning, Lake Nasser Development Centre, Aswan, Arab Republic of Egypt. 235 p.

Lauzanne L. 1976. Régimes alimentaires et relations trophiques des poissons du lac Tchad. Cahier.ORSTOM (Hydrobiologia). 10 (4): 267-310.

Lazard J, Oswald M. 1995. Association silure africain-tilapia: polyculture ou contrôle de la reproduction? Aquatic Living Resource, 11: 455-463

Lazo JP, Davis DA, Arnold CR. 1998. The effects of dietary protein level on growth, feed efficiency and survival of juvenile Florida pompano (*Trachinotus carolinus*). Aquaculture, 169: 225-232.

Le Cren ED. 1951. The length weight relationship and season cycle in gonad weight and condition in Perch (*Perca fluviatilis*). Journal of Animal Ecology, 20: 179-219.

Lee DJ, Putnam G.B. 1973. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. Journal of Nutrition, 103: 916-922.

Lee SM, Kim KD. 2005. Effect of various levels of lipid exchanged with dextrin at different protein level in diet on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Nutrition, 11: 435-442.

Lim C, Akiyama DM. 1992. Full-fat soybean meal utilization by fish. Asian Fisheries Science, 5: 181-197.

Loiselle PV. 1972. Preliminary survey of inshore habitats in the Volta Lake. A report prepared for the Volta Lake Research Project. Rome, FAO, FAO/FI/DP/GHA/67/510/2:122 p.

Loubens G. 1974. Quelques aspects de la biologie de *Lates niloticus* du Tchad. CahierORSTOM, série Hydrobiologia, 8(1): 3-21.

Loum A, Sagne M, Fall J, Ndong D, Diouf M, Sarr A, Thiaw OM. 21013. Effects of Dietary Protein Level on Growth Performance, Carcass Composition and Survival Rate of Fry Monosex Nile Tilapia, Oreochromis.niloticus Reared under Re-circulating System. Journal of Biology and Life Science vol 4 (2) pp 13-22

Lovell RT. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 260 p.

Lowe McConnell, R.H.1969. Specification in tropical freshwater fishes. Biological Journal of Limnology Society, l: 51-75

Luo Z, Liu YJ, Mai KS, Tian LX, Liu DH, Tan XY. 2004. Optimal dietary protein requirement of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed isoenergetic diets in floating net cages. Aquaculture Nutrition, 10: 247-252.

Ly MA. 2014. Effect of Dietary Protein Level on Growth and Body Composition of Juveniles Nile Perch (*Lates niloticus*, Linnaeus 1758). Journal of Biology and Life Science, 5(1): 31-40

Ly MA, Ba CT. 2015. Effets d'une partielle substitution de la farine de poisson par la farine de soja sur la croissance des juvéniles de la perche du Nil (*Lates niloticus*, Linnaeus 1758). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 9(3): 1477-1484.

Ly MA, Ba CT. 2016. Effect of Dietary Lipid Level on Growth, Feed Utilization and Body Composition by Nile Perch Juveniles (*Lates Niloticus,* Linnaeus 1758). European Scientific Journal, 12: 423-432.

MacKenzie JP, Cotterell E. 2001. Control of exotic pest fishes. A Generational Strategy for Queensland Freshwaters 2000-2005, Department of Primary Industries and Fisheries, Brisbane. Malaysia. NAGA -World Fish Centre Q. 25: 20-22.

Martinez-Palacios C, Ríos-Durán MG, Ambriz-Cervantes L, Jauncey KJ, Ross LG. 2007. Dietary protein requirement of juvenile Mexican Silverside (*Menidia estor* Jordan 1879), a stomachless zooplanktophagus fish. Aquaculture Nutrition, 13: 304-310.

McGoogan BB, Gatlin DM. 1997. Effects of replacing fish meal with soybean meal in diets for red drum *Sciaenops ocellatus* and potential for palatability enhancement. Journal of World Aquaculture Society, 28: 374-385

Medale F, Kaushik SJ. 2008. Evolution des recherches en nutrition piscicole à l'INRA: substitution des produits d'origine marine dans l'alimentation des poissons d'élevage. INRA Production Animale, 21 (1) : 87-94

Médale F, Kaushik S. 2009. Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. Cahier Agriculture, 18: 103-111.

Médale F, Le BR, Dupond NM, Quillet E, Aubin J, Panserat S. 2013. Des aliments à base de végétaux pour les poissons d'élevage. INRA Production Animale, 26 (4): 303-316.

Meyer G, Fracalossi DM. 2005. Estimation of Jundià (*Rhamdia quelen*) dietary amino acid requirements based on muscle amino composition. Scienta Agricole, 62 (4) : 401-405.

Micha JC, Franck V. 1976. Biologie des principales espéces utilisées en pisciculture africaine. CIFA Technical Paper/ Document Technique du Comite des Pêches Continentales pur l'Afrique, (4): 292-331.

Millikin MR. 1983. Interactive effects of dietary protein and lipid on growth and protein utilization of age-0 striped bass. Transactions of the American Fisheries Society., 112: 185-193.

Mishrigi SY. 1966. Studies on age and growth of *Lates niloticus* (Centropomidae) at Khartoum. Hydrobiologia, 30 (l): 45-56.

Mohanty SS, Samantaray K. 1996. Effect of varying levels of dietary protein on the growth performance and feed conversion efficiency of snakehead *Channa striata* fry. Aquaculture Nutrition, 2: 89-94.

Mohsen AA, Lovell RT. 1990. Partial substitution of soybean meal with animal protein source in diets for channel catfish. Aquaculture, 90: 303-311.

Monentcham SE, Pouomogne V, Kestemont P. 2010. Influence of dietary protein levels on growth performance and body composition of African fingerlings, *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829). Aquaculture Nutrition, 16: 144-162

Montcho S, Laleye P, Linsenmair EK. 2009. Length-length, length–weight relationships and condition factor of Nile perch, *Lates niloticus* (Linnaeus, 1762) in the Pendjari River, West Africa. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 3(3): 466-474

Moreau J. 1982. Exposé synoptique des données biologiques sur *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829). FAO Synopsis sur les pêches, 131. 45 p.

Mkumbo OC, Ligtvoet W. 1992. Changes in the diet of Nile perch, *Lates niloticus*, in the Mwanza Gulf of Lake Victoria. Hydrobiologia, 232: 79-84.

Munyaho AT. 2004. Assesment of the status of the stock and fishery of Nile perch in Lake Victoria, Uganda. Final Project, Fisheries Training Program. The United Nations University, Iceland 53p.

Namulawa VT, Rutaisire J, Britz PJ. 2012. Whole body and egg amino acid composition of Nile perch, *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758) and prediction of its dietary essential amino acid requirements. African Journal of Biotechnology, Vol. 11(100), pp. 16615-16624.

Nengas I, Alexis MN, Davies SJ. 2008. Partial substitution of fishmeal with soybean meal products and derivatives in diets for the Gilthead Sea bream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Research, 27: 147-156.

Njiru M, Getabu A, Taabu AM, Mlaponi E, Muhoozi L, Mkumbo OC. 2009. Managing Nile perch using slot size: is it possible? African Journal of Tropical Hydrobiology and Fisheries., 12: 9-14.

Ogutu-Ohwayo, R. 1988. Reproductive potential of the Nile perch, *Lates niloticus* (L.) and the establishment of the species in Lakes Kyoga and Victoria (East Africa). Hydrobiologia 162: 193-200.

Ogutu-Ohwayo R. 1990. The decline of the native fishes of lakes Victoria and Kyoga (East Africa) and the impact of introduced species, especially the Nile perch, *Lates niloticus*, and the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Environmental Biology of Fishes, 27: 81-96.

Ogutu-Ohwayo R. 1993. The effects of predation by Nile Perch, *Lates niloticus* L., on the fish of Lake Nabugabo, with suggestions for conservation of endangered endemic cichlids. Conservation Biology, 7 (3): 701-711.

Okedi, J. 1970. Further observation on the biology of the Nile perch (*Lates niloticus L.*) in Lake Victoria and Kyoga, EAFFRO Annual Report, pp. 42–55.

Oniye SJ, Adebote DA, Usman SK, Makpo JK. 2006. Some aspects of the biology of *Protopterus annectens* (Owen) in Jachi Dam near Katsina, Katsina state, Nigeria. Journal of Fisheries and Aquatic Research, 1(2): 136-141.

Ogari O, Gayet M. 2001. Palaeoichthyofaunas from the Lower Oligocene and Miocene of the Arabian Plate: palaeoecological and palaeobiogeographical implications. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 165: 141-169.

Ogari O, Pinton A, Mackaye HT, Likius A, Vignaud P, Brunet M. 2010. The early/late Pliocene ichthyofauna from Koro-Toro, Eastern Djurab, Chad. Geobios, 43 (2): 241-251.

Ogari J, Dadzie S. 1988. The food of Nile perch, *Lates niloticus*, after the desapperance of the haplochromine cichlids in the Nyanza Gulf of Lake Victoria (Kenya). Journal of Fish Biology, 32: 571-577.

Page JW, Andrews JW. 1973. Interaction of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). The Journal of Nutrition, 103: 1339-1346.

Paterson JA, Chapman LJ. 2009. Fishing down and fishing hard: ecological change in the Nile perch of Lake Nabugabo, Uganda. Ecology of Freshwater Fish, 18: 380-394.

Pedro ND, Guijarro AI, Delgado MJ, Patina LP, Pinillos ML, Bedate M A. 2001. Influence of dietary composition on growth and energy reserves in tench, *Tincta ticta*. Journal of Applied Ichthyology, 17: 25-29.

Pei Z, Xie S, Lei W, Zhu X, Yang Y. 2004. Comparative study on the effect of dietary lipids

level on growth and feed utilization for gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Gunther). Aquaculture Nutrition, 10: 209-216.

Pham MA, Lee KJ, Lim SJ, Park KH. 2007. Evaluation of cottonseed and soybean meal as partial replacement for fishmeal in diets for juvenile Japanese olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Fisheries Science, 73: 760-769.

Planquette P. 1975. Dimorphisme sexuel chez la perche du Nil *Lates niloticus*. Cahier ORSTOM (Serie Hydrobiologia), 9 (l): 9-l2.

Poll M. 1957. Les genres de poissons d'eau douce d'Afrique. Annales du Musée royal de l'Afrique Centrale (Zoology), 54:191 p.

Rangaswamy CP, Gopal C, Swamy DN. 1998. Effect of varying dietary lipid levels on the growth and body composition of fingerlings of the grey mullet *Liza macrolepis* (Smith). Indian Journal of Fisheries, 45(2): 157-161.

Refstie S, Helland SJ, Storebakken T. 1997. Adaptation to soybean meal in diets for rainbow trout, *O. Mykiss*. Aquaculture, 153: 263-272.

Refstie S, Svihus B, Shearer KD, Storebakken T. 1999. Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soybean products. Animal Feed Science Technology, 79: 331-345.

Refstie S, Korsoen OJ, Storebakken T, Baeverf JG, Lein I, Roem AJ. 2000. Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 190: 49-63.

Regost C, Arzel J, Kaushik SJ. 1999. Partial or total replacement of fish meal by corn gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture, 180: 99-117.

Reigh RC, Ellis SC. 1992. Effects of dietary soybean and fish protein ratios on growth and body composition of red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed isonitrogenous diets. Aquaculture, 104: 279-292.

Reizer C. 1971. Contribution à l'étude hydro biologique du Bassin du Sénégal. Premières recommandations d'aménagement halieutique. Nogent-sur-Marne, Centre Technique Forestier Tropical, 137 p.

Roest FCB. 1974. Les populations piscicoles du lac Kossou en 1972-1974. Kossou, Projet PNUD/AVB/FAO- 1974 IVC 526, Développement de la pêche du lac de Kossou, Rapport technique, (24):53 p.

Rodiles A, Santigosa E, Herrera M, Hachero-Cruzado I, Cordero ML, Martínez-Llorens S, Lall SP. 2012. Effect of dietary protein level and source on digestive proteolytic enzyme activity in juvenile Senegalese sole, *Solea senegalensis* Kaup 1850. Aquaculture International, 1053-1070

Rondan M, Hernandez DM, Egea A, Garcia B, Jover M, Rueda FM, Martinez JF. 2004. Effects of fishmeal replacement with soybean meal as protein source, and protein replacement with carbohydrates as an alternative energy source on sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo*, and fatty acid profile, Aquaculture Research, 35(13): 1220-1227.

Sagne M, Loum A, Fall J, Ndong D, Diouf M, Sarr A, Thiaw OM. 2013. Effects of Different Types of Oils on Growth Performance, Survival and Carcass Composition of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus). Journal of Biology and Life Science Vol. 4, No. 2

Salhi M, Bessonart M, Chediak G, Bellagamba M, Carnevia D. 2004. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen* fry fed diets containing different protein and energy levels. Aquaculture, 231: 435-444.

Sargent J, Henderson RJ, Tocher DR. 1989. The lipids. In: Fish Nutrition. J. E. Halver (Ed.), Academic Press, Inc. New York: 153 -218.

Sarr O, FALL J, DIOUF M, LOUM A, SAGNE M. 2015. Contribution to the study of the use of natural binders in tilapia feeding (O. niloticus). International Journal of Current Research Vol. 7, Issue, 12, pp.23908-23916

Schaeffer TW, Brown ML, Rosentrater KA. 2011. Effects of Dietary Distillers Dried Grains with Soluble and Soybean Meal on Extruded Pellet Characteristics and Growth Responses of Juvenile Yellow Perch. North American Journal of Aquaculture, 73: 270-278

Serrano JA, Nematipour GR, Gatlin DM. 1992. Dietary protein requirement of the red drum (*Sciaenops ocellatus*) and relative use of dietary carbohydrate and lipid. Aquaculture, 101: 283-291.

Shearer KD. 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. Aquaculture, 119: 63-88.

Shiau SY, Kwok CC, Hwang JY, Chen CM, Lee SL. 1989. Replacement of fish meal with soybean meal in male tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) fingerling diets at a suboptimal level. Journal of World Aquaculture Society, 20 (4): 230-235.

Shiau SY, Lan CW. 1996. Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). Aquaculture, 145: 259-266.

Shiau SY, Lin SF, Yu SL, Lin AL, Kwok CC. 1990. Defatted and full-fat soybean meal as partial replacement for fish meal in tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O.aureus*) diets at low protein level. Aquaculture, 86: 401-407.

Shinkafi BA, Ukoha LN, Tukur NA. 2013. Some Aspects of Growth and Reproduction in the Nile Perch (*Lates niloticus*, Linne 1762) From River Rima, North-western Nigeria. Nigerian Journal of Fisheries and Aquaculture, 1: 31-41.

Schofield PJ, Chapman LJ. 1999. Interactions between Nile perch, *Lates niloticus*, and other fishes in Lake Nubugabo, Uganda. Environmental Biology of Fishes, 55: 343-358.

Siddhuraju P, Becker K. 2001. Preliminary nutritional evaluation of mucuna seed meal (*Mucuna pruriens varutilis*) in common carp (*Cyprinus carpio* L.): an assessment by growth performance and feed utilization. Aquaculture, 196: 105-123.

Sitjà-Bobadilla A, Peña-Llopis S, Gómez-Requeni P, Médale F, Kaushik S, Pérez-Sánchez, J. 2005. Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 249: 387-400

Tacchi L, Secombes CJ, Bickerdike R, Adler MA, Venegas C, Takle H, Martin SAM. 2012. Transcriptomic and physiological responses to fishmeal substitution with plant proteins in formulated feed in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). BMC Genomics, 13: 1-21.

Tacon AGJ, Hasan MR, Subasinghe RP. 2006. Use of fishery resources as feed inputs for aquaculture development: trends and policy implications. FAO Fisheries Circular. No.1018. Rome, FAO. 99p.

Takeuchi T, Satoh S, Kiron V. 2002. Common carp, In: Webster, C.D., Lim, C. (Eds.), Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture, Centre for Agricultural Bioscience International Publishing, 245-261.

Takeuchi, T, Watanabe, T, Ogino, C., 1978. Supplementary effect of lipids in a high protein diet of rainbow trout. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 44: 677-681.

Tibaldi E, Hakim Y, Uni Z, Tulli F, Francesco M, Luzzana U, Harpaz S. 2006. Effects of the partial substitution of dietary fish meal by differently processed soybean meals on growth performance, nutrient digestibility and activity of intestinal brush border enzymes in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 261: 182-193.

Tidwell JH, Coyle SD, Bright LA, Yasharian D. 2005. Evaluation of plant and animal source proteins for replacement of fish meal in practical diets for the largemouth bass, *Micropterus salmoides*. Journal World Aquaculture Society, 36: 454-463.

Tobor JC. 1974. A contribution to the study of *Lates niloticus*, Nile perch, in Lake Chad. Occas. Pap.Fed. Mínistry of fisheries. Lagos, (l7): 24 p.

Tokpohozin SD, FALL J, LOUM A, SAGNE M, DIOUF M. 2015. Use of eco enzymes in Tilapia diets: effects of growth performance and carcass composition. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences 2(11): 143–154

Van den Ingh, TSGAM, Olli JJ, Krogdahl A. 1996. Alcohol-soluble components in soy- beans cause morphological changes in the distal intestine of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) Journal of Fish Diseases, 19: 47-53.

Vanderpuye PJ, Ocansey P. 1972. A preliminary survey on the biology of *Lates niloticus* Occas.Pap. 1972 Volta Lake Research project. Akossombo: 33 p.

Wang F, Han H, Wang Y, Ma X. 2013. Growth, feed utilization and body composition of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus* fed at different dietary protein and lipid levels. Aquaculture nutrition, 19 : 360-367.

Wang Y, Guo JL, Li K, Bureau DP. 2006. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). Aquaculture, 252: 421-428.

Wee KL, Tuan NA. 1988. Effects of dietary protein level on growth and reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture (Pullin RSV, Bhukaswan T, Tonguthai K, Macelean JL, eds) International Center for Living Aquatic Resources Management Conference Proceedings, 15, pp 401-410

Wee KL, Tacon AGJ. 1982. A preliminary study on the dietary protein requirement of juvenile snakehead (*Channa micropeltes*). Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 48: 1463-1468.

Webster CD, Tidwell JH, Goodgame LS, Yancey DH, Mackey L. 1992. Use of soybean meal and distillers grains with solubles as partial or total replacement of fish meal in diets for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture, 106: 301-309.

Wilson RP, Robinson EH, Poe WE. 1981. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for channel catfish. Journal of Nutrition, 111: 923-929.

Wilson RP, Halver JE. 1986. Protein and amino acid requirements of fishes. Annual Review Nutrition 6: 225-244.

Wilson RP. 1989. Amino acids and proteins. In: Fish Nutrition, 2nd edition (Halver, J.E. ed.). Academic Press, New York. pp. 112-153

Wootton RJ. 1984. Introduction: strategies and tactics in fish reproduction. In Potts GW, Wootton RJ. eds., Fish reproduction. Academy Press, New York, pp. 1-12.

Worthington EB. 1954. Biology of speciation in African lakes. Publication Conservation Sciences Afrique Sud du Sahara, (6): 83-5

Yamamoto T, Akimoto A, Kishi S, Unuma T, Akiyama T. 1998. Apparent and true availabilities of amino acids from several protein sources for fingerling rainbow trout, common carp, and red sea bream. Fisheries Science, 64: 448-458.

Yang SD, Liou CH, Liu FG. 2002. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). Aquaculture, 213: 363-372.

Yosef Tekle-Giorgis. 2002. Comparative age and growth assessment of the African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell (Clariidae) and the Nile perch, *Lates niloticus* (Centropomidae) in the three southern Rift Valley lakes of Ethiopia, Lakes Awassa, Abaya and Chamo. 160 p.

Yang SD, Lin TS, Liou CH, Peng HK. 2003. Influence of dietary protein level on growth performance, carcass composition and liver lipid classes of juvenile *Spinibarbus hollandi* (Oshima). Aquaculture Research, 34: 661-666.

Zehra S, Khan MA. 2011. Dietary protein requirement for fingerling *Channa punctatus* (Bloch), based on growth, feed conversion, protein retention and biochemical composition. Aquaculture International, 20 (2): 383-395.

Zenebe T, Ahlgren G, Boberg M. 1998. Fatty acid content of some freshwater fish of commercial importance from tropical lakes in the Ethiopian Rift Valley. Journal of Fish Biology, 53: 987-1005.

Zheng K, Zhu X, Han D, Yang Y, Lei W, Xie S. 2010. Effects of dietary lipid levels on growth, survival and lipid metabolism during early ontogeny of *Pelteobagrus vachelli* larvae. Aquaculture, 299: 121-127.

Zuanon JA, Salaro AL, Moraes SS, Alves LM, Balbino EM, Araujo ES. 2009. Dietary protein and energy requirements of juvenile freshwater angle fish. Revista Brasileira de Zootecnia. 38 (6) : 989-993.

ORGANISME

Centre Technique Forestier Tropical. 1972. Etude sur l'aménagement piscicole du Lac Kossou. Le peuplement de poisson du Bandama blanc en pays Baoulé. CTFT, 126 p.

FAO. 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations. ISBN 978-92-5-106675-1, Rome. 218 p

FAO. 2012. Satisfaire les besoins en aliments d'un secteur aquacole en plein essor : Analyse, sous-comité de l'aquaculture.13 p.

FAO. 2014. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Possibilités et défis. 275p.

FAO. 2016. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 227p.

FAO/UNDP. 1970. Report to the Government of Nigeria on fishery investigations on the Niger and Benue rivers in the northern region and development of a program of riverine fishery management and training. Based on the work of M.P. Motwani. Rep.FAO/TJNDP (TA), (277l): l96 p.

IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2017. Lates niloticus. The IUCN Red List of Threatened Species.

NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC, 114 p.

OCDE/FAO. 2016. Perspectives agricoles de l'Organisation de coopération et de développement économiques et de la FAO, Statistiques agricole de l'OCDE

WEBOGRAPHIE

http://www.academicjournals.org/IJFA 10.5897/IJFA11.080

http://dx.doi:10.1146/annurev.nu.06.070186.001301

http://doi.10.1007/s10499-011-9470-8.x

http://doi: 10.1016/0044-8486(92)90262-J

http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(94)90364-6

http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n9p423

http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00384-6

http://dx.doi.10.1046/j.1365-2109.2000.00417.x

http://dx.doi.10.5897/AJEST08.149

http://dx.doi/10.1111/j.1365-2109.2004.01135.x

www.fao.org/docrep/019/i3481e/i3481e00.htm.

http://dx.doi:10.1111/j.1749-7345.2003.tb00049.x

http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0426.2001.00274.x

http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2095.1996.tb00013.x

http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659

http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.30

http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(94)90181-3

http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000400015

http://dx.doi:10.1111/j.1365-2095.2004.00296.x

http://www.jstor.org/stable/2386701

http://dx.doi/10.1111/j.1439-0426.1995.tb00028.x

http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000600003

http://dx.doi.org/10.5296/jbls.v5i1.4225

http://dx.doi.10.1046/j.1365-2109.2003.00880.x

http://dx.doi:10.2331/suisan.48.1463

http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00480-4

http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00479.x

http://dx.doi.org/10.3366/afr.2010.0203

http:// doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.040

http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00393.x

http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01324-5

http://dx.doi: 10.1111/j.1749-7345.1997.tb00284.x

www.2dpi.qld.gov.au/fishweb/9091.htm

ANNEXES

Articles tirés de la thèse et publiés dans des revus indexés

1. Ly MA. 2014. Effect of Dietary Protein Level on Growth and Body Composition of Juveniles Nile Perch (*Lates niloticus*, Linnaeus 1758). Journal of Biology and Life Science, 5(1): 31-40

2. Ly MA, Ba CT. 2015. Effets d'une partielle substitution de la farine de poisson par la farine de soja sur la croissance des juvéniles de la perche du Nil (*Lates niloticus*, Linnaeus 1758). International Journal of Biological and Chemical Sciences. 9(3): 1477-1484.

3. Ly MA, Ba CT. 2016. Effect of Dietary Lipid Level on Growth, Feed Utilization and Body Composition by Nile Perch Juveniles (*Lates Niloticus*, Linnaeus 1758). European Scientific Journal, vol.12: 1857 – 7881.

4. Quelques photos

***Journal of Biology and Life Science* (JBLS; ISSN 2157-6076)** is an internationally refereed journal, published online by Macrothink Institute, United States. The journal publishes research papers, reviews and short communications in all fields of biology and life science.

The journal is published **semiannually in February and August.** We aim to post articles online within 3 weeks of acceptance. The Journal accepts article submissions **online** or by **e-mail**. For any questions, please contact: **jbls@macrothink.org**

JBLS is included in:

- CrossRef
- Gale's Academic Databases
- Genamics JournalSeek
- GetInfo
- Google Scholar
- J-Gate
- Journal Directory
- JournalTOCs
- LOCKSS
- MediaFinder®-Standard Periodical Directory
- PKP Open Archives Harvester
- **ProQuest**
- Sherpa/Romeo
- Standard Periodical Directory
- UTS Library
- WorldCat

Areas include but are not limited to:

- Biology
- Life Science
- Anatomy, Botany
- Cytology
- Genetics
- Microbiology
- Physiology
- Zoology
- Ecology
- Hydrobiology
- Neurobiology
- Developmental Biology
- Molecular Biology
- Biochemistry
- Biophysics, and Biotechnology

Effect of Dietary Protein Level on Growth and Body Composition of Juveniles Nile Perch (*Lates niloticus*, Linnaeus 1758)

Mouhamadou Amadou LY (Corresponding author)

Département Aquaculture, Université Gaston Berger

BP. 234 Saint-Louis, Senegal

Tel: 221-77-749-0165 E-mail: mamaly90@hotmail.com

Received: September 5, 2013 Accepted: September 20, 2013

doi:10.5296/jbls.v5i1.4225 URL: http://dx.doi.org/10.5296/jbls.v5i1.4225

Abstract

Nile perch (*Lates niloticus,* Linnaeus, 1758), is a carnivorous fresh water fish that have good market demand and suitable for aquaculture. The present study was designed to determine the effect of dietary protein level on growth and body composition of juveniles Nile perch. Five experimental diets with increasing levels of protein (30, 35, 40, 45 and 50 g crude protein 100 g^{-1} feed) were prepared and fed in duplicate groups of Nile perch (initial weight : 8.67±0.17 g) reared in ten 50 L tank for 8 weeks. Results showed that dietary protein level significantly influenced weight gain, specific growth rate and feed conversion ratio. The WG and SGR increased with increasing the protein level up to 45% content. Feed conversion ratio was lowest in Nile perch fed 45% protein and highest in those fed 30% protein. Fish fed with the 30% protein diet had the lowest survival and those fed 50% protein diet had the highest survival. There was no significant difference (P>0.05) in Moisture among the dietary treatments. Protein and lipid showed linear increase as dietary protein levels increased. Fish fed diet ≥ 45% protein had the highest protein content, followed by fish fed 30 to 40% protein and lowest in the initial fish. Fish fed diet containing 50% protein had the highest lipid carcass content, whereas the lowest lipid content among treatment was observed in the initial fish. Under the experimental conditions applied, juvenile *L. niloticus,* require 45% dietary protein for optimized growth.

Keywords: Nile perch, *Lates niloticus*, Protein levels, Growth

1. Introduction

The Nile perch, *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758), Family centropomidae, is a freshwater carnivorous fish of wide geographical distribution throughout the Ethiopian Region of Africa, occurring commonly in all major river basins including the Nile, Chad, Senegal, Volta and Congo. Most *Lates niloticus* in their natural environment feed on fish and insects (Goldschmidt et al., 1993; Ogutu-Ohwayo, 1993). Moreover, Nile perch is of great social economic importance in the East African region (Gumisiriza et al., 2009; Beuving, 2010). The Nile perch fishery is however under threat due to the intensive fishing pressure on the fishery that has resulted in a tremendous decline of its populations (Munyaho, 2004; Njiru et al., 2009). Current strategies for increasing Nile perch production point towards the culture of this species (Gregory, 2006). The culture development of this species will depend mainly on the availability of its seed and the development of well balanced and suitable feed.

Protein is the dietary macronutrient whose requirement is prioritized in nutritional studies, either because it represents the highest fish feed cost (Lovell, 1989; Fagbenro *et al*., 1992; Meyer and Fracalossi, 2005), or by greatly affecting fish weight gain (Martinez-Palacios et al., 2007; Zuanon et al., 2009), or needed for reproduction and survival of fish (Wilson and Halver, 1986).

In fish food, protein provides the essential and non-essential amino acids to synthesize body protein and in part provides energy for maintenance (NRC, 1993; Kaushik and Médale, 1994). Feed constitutes 60-70% of total investment in intensive aquaculture. Any reduction in dietary protein level without affecting fish growth can substantially reduce the cost of fish feed (Fiogbé, 1996; Kim *et al*., 2003)

The determination of *Lates niloticus* nutritional requirements is essential for optimizing its aquaculture production. To our knowledge, data concerning the optimal dietary protein level for *Lates niloticus* juveniles have not been published. Given this lack of information on the basic nutrient requirements of this species, the present study has been undertaken to conduct experimentation with different protein level diets from 30% to 50% to determine growth performance and body composition of *Lates niloticus* juveniles.

2. Materials and Methods

2.1 Experimental Conditions

Wild Juvenile capitaine, *Lates niloticus*, weighing around 8.7 g at the beginning of the feeding trial were used in this study. These fish were obtained from a local fish dealer at the Diama dam, Saint- Louis, Senegal. Fish were acclimated to the experimental conditions for a period of two weeks. During this period, they were fed with a commercial catfish diet obtained from the National Aquaculture Agency hatchery located in Richard Toll district.

At the beginning of the experiment, fish were bulk-weighed and counted. Each experimental diet was randomly assigned to duplicate with 10 fish (mean weight: 8.67±0.17 g) per glass tank. Water levels in each glass tank were maintained at 50 L and aerated constantly.

Experimental diets were hand-fed two times a day at 08:00 and 17:00 to apparent satiation,

over a 30-min period for 8 weeks.

Fish were subjected to a photoperiod of 12-h dark and 12-h light and all tanks had similar light conditions. Dissolved oxygen levels and water temperature were monitored daily and averaged 7 mg/l and 30℃, respectively. Fish were bulk weighed every 2 weeks with fish being starved for 12 h prior to weight measurements and 12h after. All aquaria were cleaned up every day in the morning by scrubbing and siphoning off accumulated waste materials. Each meal after feeding the uneaten food was removed manually to estimate food consumption.

2.2 Experimental Diets

Five experimental diets were formulated to contain graded level of protein from 30% to 50% in 5% increments. Fishmeal and shrimp meal were used as protein sources, fish oil as lipid source. Fishmeal and shrimp meal were finely grounded and poured through a sieve of 425μm mesh. Vitamin and mineral premix were mixed separately with the cellulose and the binder before being added to the main ingredient mixture. Diets were supplemented with fish oil after the addition of water (Table 1). The semi-moist mixture was then pressure pelleted in the food grinder using a 2 mm die, dried at 35℃ for two days, cut to desired sizes, packaged into plastic bag and stored frozen until its usage. The diets were screened prior to feeding in order to remove the fines.

2.3 Sampling and Analytical Methods

At the beginning of the feeding trial, 10 fish were randomly sampled from the initial fish and at the end of the 8-week experiment 3 fish from each tank were sampled and all the sample are freeze-dried for subsequent proximate analyses.

The experimental diets and samples of the fish carcasses were analyzed for proximate composition according to the Association of Official Analytical Chemists: AOAC (1984) procedures. Crude lipid was determined by the ether extraction method by Soxtec System HT (Soxtec System HT6; Tecator); crude protein was determined with a Kjeltec system 1002 (Tecator), as describe by Mattisek et al., 1988 ; crude fiber was determined by the Fibertec system M 1020 hot extractor (FOSS Tecator) as describe by Folch et al., 1957 ; crude ash by incineration in a muffle furnace at 550℃ for 24 h, and dry matter by drying in an oven at 105℃ for 24 h;

Table 1. Formulation and proximate composition of the experimental diets of Nile perch (*Lates niloticus*).

Ingredients	30%	35%	40%	45%	50%
Fish meal	32.9	37.7	42.5	47.3	52
Shrimp meal	24	27.5	31	34,5	38
Fish oil	6	6	6	6	6
Cellulose	33.1	24.8	16.5	8.24	0
Binder	1	1	1	1	1
Vit premix[a]	1	1	1	1	1
Min premix[a]	2	2	2	2	2

Poximate composition[b]					
Ash	5.34	5.72	6.13	6.5	6.9
Crude protein	32.3	36.6	42.4	47.1	51.5
Crude lipid	9.98	10.51	11.05	11.58	12.12
Crude Fiber	3.3	3	2.7	2.8	2.5

[a] Vitamin premix and mineral premix as given in Lin and Shiau. (2003).
[b] Values are presented in % dry matter.

Several parameters were routinely monitored to ensure good water quality maintained. Water temperature and dissolved oxygen was measured everyday using YSI Model 58 oxygen meter (Yellow Springs Instrument, Yellow Springs, OH, USA). Water pH was measured everyday by pH tester DMT-30 Series.

2.4 Calculations and Statistical Analysis

Growth response parameters were calculated as follows: Weight gain (%) = 100* ((final mean body weight - initial mean body weight)/ initial mean body weight); Specific Growth Rate (SGR, % /day) = 100* ((In Wt- In Wi) /T), where Wt is the weight of fish at time t, Wi is the weight of fish at time 0 and T is the rearing period in days; Feed Conversion Rate (FCR) = total dry feed fed g/ fish / total wet weight gain g/ fish. Survival rate (%) = 100* (number of fish which survived/initial number of fish).

Results are presented as mean ±SEM. Data were subjected to one-way analysis of variance (ANOVA) to test the effect of 5 dietary protein levels as main effect. Treatment effects were considered significant at $P < 0.05$; Duncan's new multiple range tests was used to compare significant difference among treatments. The survival data were transformed into a normal distribution using the arcsine square root prior to analysis of variance. All statistical analysis was carried out using the SAS/PC statistical software.

3. Results

During the experiment water temperature monitored ranged from 29 to 30℃, dissolved oxygen content in the present experiment ranged from 5.5 to 7 mg/l and pH ranged from 7.5 to 8.

Weight gain (WG), specific growth rate (SGR), feed conversion rate (FCR) and survival of Nile perch fed different diets are presented in Table 2. Weight gain and SGR were highest ($P < 0.05$) in Nile perch fed diets containing ≥ 45% protein, followed by 40% protein, then 35% group and lowest in fish fed with the 30% diet. The WG and SGR increased with increasing the protein level up to 45% content, but no further improvement was seen when dietary protein was increased to 50%. Feed conversion ratio was lowest in Nile perch fed 45% protein and highest in those fed 30% protein. Fish fed with the 30% protein diet had the lowest survival and those fed 50% protein diet had the highest survival (Table 2).

Table 2. Initial, final weight, weight gain, SGR, FCR and survival of Nile perch (*Lates niloticus)*[1]

Treatments					
Parameters	30%	35%	40%	45%	50%
WG (%)	81.56±3.53^{d}	129.63±3.97^{c}	147.43±2.41^{b}	158.14±0.94^{a}	156.95±1.39^{a}
SGR	1.06±0.03^{d}	1.48±0.03^{c}	1.62±0.02^{b}	1.69±0.01^{a}	1.69±0.01^{a}
FCR	2.07±0.06^{a}	1.52±0.09^{b}	1.36±0.04^{cd}	1.24±0.03^{d}	1.45±0.05^{bc}
Survival (%)	70.00±14.14^{b}	75.00±7.07^{ab}	85.00±7.07^{ab}	85.00±7.07^{ab}	95.00±7.07^{a}

[1]Values are means ± standard deviation (n = 2). Within a row, means with different superscript letters differ significantly ($P < 0.05$).

There was no significant difference (P>0.05) in Moisture among the dietary treatments. Protein and lipid showed linear increase as dietary protein levels increased. Fish fed diet ≥ 45% protein had the highest protein content, followed by fish fed 30 to 40% protein and lowest in the initial fish. Fish fed diet 50% protein had the highest lipid content, whereas the lowest lipid content among treatment was observed in the initial fish (Table 3).

Table 3. Effect of dietary protein level on composition of whole body of Nile perch juveniles[1]

Parameters						
	Initial fish	30%	35%	40%	45%	50%
Moisture	77.91±0.15	77.74±0.19	77.11±0.14	77.51±0.11	77.61±0.69	77.35±0.07
Protein	51.49±0.36^{c}	52.55±0.21^{b}	52.52±0.30^{b}	52.91±0.15^{b}	54.61±0.08^{a}	54.76±0.06^{a}
Lipid	11.24±0.09^{d}	12.22±0.14^{c}	13.32±0.38^{b}	13.51±0.04^{b}	13.76±0.08^{ab}	14.10±0.05^{a}
Ash	20.09±0.16^{a}	20.33±0.24^{c}	20.85±0.07^{ab}	20.45±0.21^{bc}	20.28±0.73^{c}	20.26±0.17^{c}

[1]Values are means ± standard deviation (n = 2). Within a row, means with different superscript letters differ significantly ($P < 0.05$).

4. Discussion

The present study is the first report to our knowledge regarding nutritional needs of Nile perch during the juvenile stage. It is well known that protein is the most important and expensive item of the feed that should be supplied in adequate amounts to support good growth with minimal cost (Wee and Tacon, 1982; Zehra and Khan, 2011). The development of the dietary protein level requirement for growth performance and body composition of juvenile Nile perch is a first step for better understanding of its nutritional states.

The current study showed significant effects of dietary protein level on growth performance of juvenile Nile perch. Weight gain and specific growth rate of fish were improved significantly with increasing dietary protein levels from 30% to 45%. There were no difference between fish fed 45% and 50% protein and the best FCR was obtained with fish fed on diet containing 45% protein. This may be due to the increase in protein utilization and digestibility with the increase in dietary protein level up to 45%. Based on these growth performance data, a 45% crude protein diet can be considered as the probable lower limit of the dietary protein range for good

growth in Nile perch juveniles. As there are no previous published works on the protein requirement for Lates juveniles, it is difficult to compare the results obtained in this experiment. Our results are consistent with previous studies conducted on different species that weight gain and specific growth rate increased with dietary protein level increases up to an optimal level (Luo et al. 2004; Mohanty & Samantaray 1996; Gunasekera et al. 2000; Yang et al. 2002). Arzel et al (1995) reported that the protein requirement for *Salmo trutta* to be between 48 to 53%; Fiogbe and Kestemont (1995) reported 45-53% for *Carassius auratus*. In general, carnivorous fish need 400–550 g kg^{-1} dietary protein (Millikin 1983; Wilson and Halvar, 1986; Wilson 1989; NRC 1993; Kaushik, 1995; Chou et al. 2001).

Luo et al (2004) reported that optimal dietary protein requirement for E. coioides juveniles to be closed to 480 g kg^{-1} when fishmeal and casein were used as protein sources. Chen & Tsai (1994) reported that E. malabaricus required 478 g kg-1 dietary protein for maximum growth with casein as the protein source. Shiau & Lan (1996) suggested that the dietary protein level that yielded maximum growth of E. malabaricus was 502 g kg^{-1} with fishmeal as a sole protein source. Lazo et al. 1998 reported that the optimal dietary protein requirement for Florida pompano to be 450 g kg^{-1}.

The difference reported may be the results of different protein sources used, formulation methods, different fish sizes, differences between species, different environmental conditions, level of dietary intake and experimental duration.

In the present study, the best FCR was obtained with fish fed on diet containing 45% protein, the poorest FCR was observed in fish fed on diet having 30% protein, but there was no significant difference between FCR obtained by 35, 40, 50% protein diet. These results are in line with those of Wee & Tuan, (1988) who reported that better FCR values were obtained with increasing dietary protein levels up to 42.5% and deteriorated slightly by diet containing 50% tilapia species. Florida pompano (2004) also showed that the best FCR were obtained at 45% protein level with Florida pompano.

The increase of dietary protein levels increased the whole-body protein deposition in Nile perch juveniles. This observation was in agreement with that reported for other fish species.

Ahmad et al (2012); Tidwell et al. (2005) and Pedro et al., (2001) reported the increase in carcass protein content with the increase in dietary protein level. This observation is in agreement with our findings. However, crude lipid contents of fish carcass significantly increased with increasing dietary protein level ($P < 0.05$). The associated decrease in dietary carbohydrate levels in higher protein diets may be explained by metabolic changes towards an inhibition of the lipogenic pathway (Rema et al. 2008; Dias et al. 2004).

The survival rate of *L. niloticus* juveniles under different treatments ranged from 70 to 95% being 70% in fish feed containing 30% proteins. Some of the mortalities recorded were mainly due to the fish jumping out of the experimental tank despite the fact that the tanks were covered by a net.

In conclusion, our results indicate that diets for juvenile *Lates niloticus* containing 45% crude protein is recommended for better growth performance.

Acknowledgments

The authors acknowledge the UGB Higher Education and Development project and the Gaston Berger University for their financial support in the execution of this work.

References

Ahmad, M., Qureshi, T. A., Singh, A. B., Susan, M., Kamlesh, B., & Salman, R. C. (2012). Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate contents on growth, feed efficiency and carcass composition of *Cyprinus carpio* communis fingerlings. *International Journal of Fisheries and Aquaculture, 4*(3), 30-40.

AOAC (Association of Official Analysis Chemists). (1984). Official Methods of Analysis, 14th edition, AOAC Arlington, VA, 1141pp.

Arzel, J., Metailler, R., Kereguer, C., Le Delliou, H., & Guillaume, J. (1995). The protein requirement of brown trout (*Salmo trutta*) fry. *Aquaculture*, *130*, 67-78. http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(94)00201-X

Beuving, J. J. (2010). Playing pool along the shore of Lake Victoria: Fishermen, careers, and capital accumulation in the Ugandan Nile perch business. *Africa 80*(2), 224-248. http://dx.doi.org/10.3366/afr.2010.0203

Chen, H. Y., & Tsai, J. C. (1994). Optimal dietary protein level for the growth of juvenile grouper, Epinephelus malabaricus, fed semipurified diets. *Aquaculture*, *119*, 265–271. http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486 (94)90181-3

Chou, R. L., Su, M.-S., & Chen, H.-Y. (2001). Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (Rachycentron canadum). *Aquaculture*, *193*, 81–89. http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00480-4

Dias, J., Rueda-Jasso, R., Panserat, S., Conceicao, L. E. C., Gomes, E. F., & Dinis, M. T. (2004). Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth, lipid deposition and metabolic hepatic enzymes in juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup). *Aquacult. Res*., *35*, 1122-1130. http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00480-4

Fagbenro, O. A., Balagon, A. M., & Anyanwu, C. N. (1992). Optimum dietary protein level of *Heterobranchus bidorsalis* fed compounded diet. *Nig. J. Appl. Fish. Hydrobiol*., *1*, 41-45.

Fiogbe, E.D., & Kestemont, P. (1995). An assessment of the protein and amino acid requirements in goldfish (*Carassius auratus*) larvae. *J. Appl. Ichthyol*., *11*, 282-289. http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.1995.tb00028.x

Folch, J., Lees, M., Stanley, & G. H. S., (1957). A simple methods for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem*., *226*, 497-509

Goldschmidt, T., Witte. F., & Wanink, J. (1993). Cascading Effects of the Introduced Nile Perch on the Detritivorous/Phytoplanktivorous Species in the Sublittoral Areas of Lake

Victoria. *Conserv. Biol*. *7*(3), 686-700. http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030686.x

Gregory, R. G. (2006). The Nile perch *Lates niloticus*: a potential candidate for cage aquaculture. In J. F. Halwart, FAO Regional Technical expert workshop on cage culture in Africa, Entebbe Uganda, 20 th to 23rd October 2004. FAO Fisheries proceedings (Vol. No. 6). Rome: FAO.

Gumisiriza, R., Mshandete, A. M., Rubindamayugi, M. S., Kansiime, F., & Kivaisi, A. K. (2009). Nile perch fish processing waste along Lake Victoria in East Africa: Auditing and characterization. *Afr. J. Environ. Sci. Technol*. *3*(1), 013-020.

Gunasekera, R. M., De Silva, S. S., Collins, R. A., Goolley, G., & Ingram, B. A. (2000). Effect of dietary protein level on growth and food utilization in juvenile Murray cod Maccullochella peelii peelii (Mitchell). *Aquacult. Res*., *31*, 181–187. http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2109.2000.00417.x

Kaushik, S. J., & Médale, F. (1994). Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. *Aquaculture*, *124*, 81-97. http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(94)90364-6

Kaushik, S. J. (1995). Protein nutrition and metabolism in fish. In: Protein Metabolism and Nutrition. Proceedings of the 7th International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition, EAAP Publication 81 (Nunes, A.F., Portugal, A.V., Costa, J.P & Ribeiro, J.R. eds), pp. 47-56. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Kim, K., Wang, X., & Bai, S. C. (2003). Reevaluation of the dietary protein requirement of Japanese flounder (*Parlichthys olivaceus*). *J. World. Aquacult. Soc*., *34*(2), 133-139. http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2003.tb00049.x

Lazo, J. P., Davis, D. A., & Arnold, C. R. (1998). The effects of dietary protein level on growth, feed efficiency and survival of juvenile Florida pompano (*Trachinotus carolinus). Aquaculture, 169*, 225-232. http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00384-6

Lin, Y. H., & Shiau, S. Y. (2003). Dietary lipid requirement of grouper, Epinephelus malabaricus, and effects on immune responses. *Aquaculture*, *225*, 243-250. http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00293-X

Lovell, R. T. (1989). Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 260 pp. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-1174-5

Luo, Z., Liu, Y. J., Mai, K. S., Tian, L. X., Liu, D. H., & Tan, X. Y. (2004). Optimal dietary protein requirement of grouper Epinephelus coioides juveniles fed isoenergetic diets in floating net cages. *Aquaculture Nutrition, 10*, 247-252. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00296.x

Martinez-Palacios, C., Ríos-Durán, M. G., Ambriz-Cervantes, L., Jauncey, K. J., & Ross, L. G. (2007). Dietary protein requirement of juvenile Mexican Silverside (*Menidia estor* Jordan 1879), a stomachless zooplanktophagus fish. *Aquacult. Nutr*. *13*, 304-310.

Mattisek, R., Schnepel, F. M., & Steiner, G. (1988). Lebensmittel Analytic. Springer, Berlin.44pp.

Meyer, G., & Fracalossi, D. M. (2005). Estimation of Jundià(*Rhamdia quelen*) dietary amino acid requirements based on muscle amino composition. *Sci. Agric*. *62*(4), 401-405. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000400015

Millikin, M. R. (1983) Interactive effects of dietary protein and lipid on growth and protein utilization of age-0 striped bass. *Trans. Am. Fish. Soc*., *112*, 185-193. http://dx.doi.org/10.1577/1548-8659(1983)112<185:IEODPA >2.0.CO;2

Mohanty, S. S., & Samantaray, K. (1996). Effect of varying levels of dietary protein on the growth performance and feed conversion efficiency of snakehead Channa striata fry. *Aquacult*. *Nutr*., *2*, 89-94. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2095.1996.tb00013.x

Munyaho, A. T. (2004). Assesment of the status of the stock and fishery of Nile perch in Lake Victoria, Uganda. Final Project, Fisheries Training Programme. The United Nations University, Iceland.

Njiru, M., Getabu, A., Taabu, A. M., Mlaponi, E., Muhoozi, L., & Mkumbo, O. C. (2009). Managing Nile perch using slot size: is it possible? *Afr. J. Trop. Hydrobiol. Fish*. *12*, 9-14.

NRC (National Research Council., 1993). Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC, 114 pp.

Ogutu-Ohwayo, R. (1993). The effects of predation by Nile Perch, *Lates niloticus* L., on the fish of Lake Nabugabo, with suggestions for conservation of endangered endemic cichlids. Conservation Biology, *7*(3), 701-711. http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030701.x

Pedro, N. D., Guijarro, A. I., Delgado, M. J., Patina, L. P., Pinillos, M. L., & Bedate, M. A. (2001). Influence of dietary composition on growth and energy reserves in tench, *Tincta ticta*. *Journal of Applied Ichthyology, 17*, 25-29. http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0426.2001.00274.x

Rema, P., Conceicao, L. E. C., Evers, F., Castro-Cunha, M., Dinis, M. T., & Dias, J. (2008). Optimal dietary protein levels in juveniles Senegalese sole (*Solea senegalensis*). Aquaculture nutrition, *14*, 263-269. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00527.x

Shiau, S. Y., & Lan, C. W. (1996). Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (Epinephelus malabaricus). *Aquaculture*, *145*, 259-266. http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01324-5

Tidwell, J. H., Coyle, S. D., Bright, L. A., & Yasharian, D. (2005). Evaluation of plant and animal source proteins for replacement of fish meal in practical diets for the largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Journal World Aquaculture Society, 36,* 454-463. http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00393.x

Wee, K. L., & Tuan, N. A. (1988). Effects of dietary protein level on growth and reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *ICLARM Conference Proceedings*, *15*, 623

Wee, K. L., & Tacon, A. G. J. (1982). A preliminary study on the dietary protein requirement of juvenile snakehead *(Channa micropeltes*). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*., 48, 1463-1468. http://dx.doi.org/10.2331/suisan.48.1463

Wilson, R. P. (1989). Amino acids and proteins. In: Fish Nutrition, 2nd edn. (Halver, J.E. ed.), pp. 112-153. Academic Press, New York.

Wilson, R. P., & Halver, J. E. (1986). Protein and amino acid requirements of fishes. *Annu. Rev. Nutr*. *6*, 225-244. http://dx.doi.org/10.1146/annurev.nu.06.070186.001301

Yang, S. D., Lin, T. S., Liou, C. H., & Peng, H. K. (2003). Influence of dietary protein level on growth performance, carcass composition and liver lipid classes of juvenile *Spinibarbus hollandi* (Oshima). *Aquacult. Res*., *34*, 661-666. http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00880.x

Zehra, S., & Khan, M. A. (2011). Dietary protein requirement for fingerling *Channa punctatus* (Bloch), based on growth, feed conversion, protein retention and biochemical composition. *Aquacult. Int*., *20*(2), 383-395. http://dx.doi.org/10.1007/s10499-011-9470-8

Zuanon, J. A., Salaro, A. L., Moraes, S. S., Alves, L. M., Balbino, E. M., & Araujo, E. S. (2009). Dietary protein and energy requirements of juvenile freshwater angle fish. *R. Bras. Zootec*. *38*(6), 989-993. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000600003

Copyright
Disclaimer

Copyright reserved by the author(s).

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).

International Journal of Biological and Chemical Sciences (ISSN 1991-8631)

INDEXING

- AJOL (Open access)
- African Index Medicus
- CrossRef
- Google Scholar
- JournalTOCs
- ResearchGate
- Journals for Free
- Open Repository and Bibliography (ORBi)
- CAB Direct
- Scilit
- Findeen
- Feedipedia

Available online at http://ajol.info/index.php/ijbcs

International Journal of Biological and Chemical Sciences

Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(3): 1477-1484, June 2015

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

Original Paper

http://indexmedicus.afro.who.int

Effets d'une partielle substitutionde la farine de poisson par la farine de soja sur la croissance des juvéniles de la perche du Nil (*Lates niloticus*, Linnaeus 1758)

Mouhamadou Amadou LY[1,2*] et Cheikh Tidiane BA[2]

[1]*Universite Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal.*
[2]*Universite Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.*
[*]*Auteur correspondant, E-mail : mamaly90@hotmail.com*

RESUME

La présente étude a été menée pour évaluer les effets de l'incorporation de la farine de soja dans le régime alimentaire des juvéniles de la perche du Nil. Ce travail est réalisé sur des juvéniles de 1g élevés dans des aquariums de 50 l. Cinq régimes alimentaires isoprotéiques (45% de protéines) contenant différents taux de farine de soja 0%, 26%, 36%, 51% et 60% noté respectivement A, B, C, D et E ont été préparés. Chaque régime a été assigné de façon aléatoire à trois groupes de poissons nourris à satiété durant 8 semaines. Les résultats obtenus montrent que les meilleures performances de croissance et d'efficacité alimentaire sont obtenues avec les régimes nourris avec la farine de poisson (A), suivis dans l'ordre des régimes B, C, D et E. Les taux de croissance spécifiques (TCS) varient entre 3,26% et 3,77% respectivement chez les poissons nourris avec les régimes A, B, C, D et E. Le coefficient d'efficacité protéique (CEP) a varié de 2,07 à 1,6. Les résultats statistiques montrent que le meilleur CEP est obtenu avec le régime A ($P< 0.05$) et le plus faible avec le régime E. Les résultats de la présente étude indiquent qu'il est possible d'incorporer 51% de la farine de soja dans l'alimentation des juvéniles de *Lates niloticus* sans compromettre leur croissance.
© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Perche du Nil, *Lates niloticus*, farine de soja, grossissement, alimentation.

INTRODUCTION

La perche du Nil, *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758), appartenant à la famille des Centropomidae, est un carnivore d'eau douce repartie dans la région éthiopienne de l'Afrique, se produisant généralement dans tous les grands bassins fluviaux, dont le Nil, le Tchad, le Sénégal, la Volta et du Congo. La perche du Nil est menacée d'extinction due à une surexploitation, (Munyaho, 2004; Njiru et al., 2009). Le développement de l'élevage de cette espèce dépendra principalement de la disponibilité des juvéniles de qualité et le développement d'un aliment équilibrée et adaptée. Les besoins nutritionnels des juvéniles de perche du Nil sont encore mal connus. Des travaux réalisés précédemment ont rapporté que les juvéniles de *Lates niloticus* ont un besoin de 45% de protéines (Ly, 2014). Le coût de l'aliment représente 60-70% du coût de la production piscicole intensive. Toute réduction de la teneur en protéines des régimes sans affecter la croissance du poisson peut réduire sensiblement le coût de l'alimentation chez les poissons (Kim et al., 2003). La farine de

DOI: http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.30

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

poisson est très utilisée dans l'alimentation des poissons en raison de sa richesse en acides aminés essentiels et de sa palatabilité. Cependant, la demande croissante, le coût élevé et l'instabilité de l'approvisionnement de farine de poisson ont orienté les recherches vers des sources alternatives de protéines, notamment les protéines végétales (Kenan et Chris, 2005). Parmi les protéines végétales, le tourteau de soja est l'ingrédient le plus utilisé en raison de sa disponibilité, de son prix comparé au prix de la farine de poisson et de sa bonne valeur nutritionnelle (Hernandez et al., 2004 ; Rondan et al., 2004). La recherche sur la substitution partielle de la farine de poisson par la farine de soja sur la croissance des juvéniles de la perche du Nil, est une contribution pour le développement d'un aliment économique pour cette espèce. Des essais sur la substitution partielle de la farine de poisson par la farine de soja sur la croissance ont donc été effectués, pour le développement d'un aliment économique des juvéniles de la perche du Nil.

MATERIEL ET METHODES

Procédure expérimentale

Au début de l'essai d'alimentation des juvéniles de la perche du Nil d'eau douce sauvage, *Lates niloticus*, pesant environ 1.01 g ont été utilisés dans cette étude. Ces poissons ont été obtenus grâce à l'aide d'un pêcheur dans la localité du barrage de Diama, à Saint-Louis, Sénégal. Les poissons ont été stockés dans des aquariums deux semaines avant le début de l'expérience pour les acclimater aux conditions expérimentales. Pendant cette période, ils ont été nourris avec un aliment commercial de clarias obtenu à l'écloserie de l'Agence nationale de l'aquaculture situé dans le district de Richard-Toll.

Au début de l'expérience, les poissons ont été pesés et comptés. Chaque régime expérimentale a été assigné, de façon aléatoire, à 3 groupes de 15 poissons (poids moyen : 1,29±0,02 g) par aquarium. Chaque aquarium a été constamment aérer et son niveau d'eau maintenu à 50 l. Chaque régime est nourri à satiété visuelle, 3 fois par jour à 08h:00 ; 12h: 00 et 17h:00 sur une période de 30 min pendant 8 semaines.

Les poissons ont été soumis à une photopériode de 12 h nuit et de 12 h jour et tous les aquariums eurent des conditions identiques d'éclairage. Les taux d'oxygène dissous et de la température de l'eau ont été relevés tous les jours et leur moyenne respectives ont été 6.5mg /l et 30 °C. Les poissons de chaque aquarium étaient péses toutes les 2 semaines, les poissons étaient privés de nourriture 24 h avant et 24 h après les opérations de pesées. Les aquariums étaient nettoyés tous les jours le matin pour réduire le bio-film et éliminer certains déchets accumulés. Les granules non consommés ont été collectés 30 minutes après chaque repas pour estimer la consommation alimentaire, tandis que les particules dissoutes ont été négligées dans cette étude.

Aliment expérimental

Cinq régimes ont été formulés pour contenir différents teneur de farine de soja en remplacement de la farine de poisson. Tous les régimes ont 45% de protéine. Le régime A servant de control contient 78% de farine de poisson et 0% de farine de soja. Les régimes B, C, D et E contiennent 26%, 36%, 51% et 60% de farine de soja et 57%, 48%, 35% et 27% de farine de poisson respectivement. Les proportions de farines de poisson et de soja ont été choisi pour que les régimes soit iso-protéiques. Les vitamines, sels minéraux et liant sont restés identiques d'un régime à l'autre pour éviter d'influencer les résultats. Les farines de poissons et de soja ont été finement broyées et tamisées à travers des mailles de125 µm. Les mixtures de vitamines et minéraux ; la cellulose et le liant ont été mélangés séparément avant d'être ajouté au mélange principal. De surcroît de l'huile de poisson et de soja ont été ajoutés au mélange avant l'addition de l'eau (Tableau 1). Le mélange semi-humide est versé, puis pressé dans un hachoir à viande, à l'aide d'une maille de 2 mm, donnant des filaments en forme de spaghettis. Ces derniers sont séchés au soleil pendant deux jours, coupés aux dimensions

souhaitées, ensachés et stockés dans un congélateur jusqu'à son utilisation. Les granules sont tamisés avant l'alimentation pour enlever les petites particules.

Echantillonnage et analyses biochimiques

Les analyses biochimiques (protéines, lipides, teneur en eau et cendres) ont été effectuées en triplicata selon les méthodes standards de l'AOAC (1990) et ont concerné les aliments expérimentaux, les carcasses homogénéisées de 10 poissons prélevés en début d'expérience et les carcasses homogénéisées de 3 poissons prélevés aléatoirement en fin d'expérience dans chacun des aquariums expérimentaux.

Les lipides ont été estimés par la méthode d'extraction d'éther (Soxtec système HT6; Tecator). Les protéines brutes ont été déterminées (N × 6.25) par la méthode de Kjeltec 1002 (Tecator) après une digestion acide. La cellulose brute est analysée par la méthode fibertec M1020 (Foss Tecator). Les cendres ont été déterminées après incinération des échantillons au four à moufle à 550 °C pendant 12 heures et la matière sèche est déterminée par mesure de la perte de poids après séchage durant 24 h à l'étuve à 105 °C. Plusieurs paramètres ont été régulièrement contrôlés pour s'assurer de la bonne qualité de l'eau. La température de l'eau et l'oxygène dissous ont été mesurée successivement tous les jours à l'aide d'un appareil YSIModèle58 (Yellow Springs Instrument, Yellow Springs, Ohio, USA). Le pH de l'eau a été mesuré tous les jours par un testeur de pH de la série DMT-30.

Calcule et analyses statistiques

Des résultats obtenus, plusieurs paramètres ont été calculés pour évaluer les performances zootechniques. Ces paramètres sont le coefficient d'efficacité protéique (CEP) exprimé en pourcentage, le taux de croissance spécifique (TCS), le taux de conversion alimentaire (TCA), et le taux de survie (TS). Les formules de calcul de ces paramètres sont :

- le coefficient d'efficacité protéique = Biomasse produite / Protéine consommé ;
- le taux de croissance spécifique (TCS,% / jour) = 100 * ((Ln Poids final - Ln Poids initial) / durée) ;
- le taux de conversion alimentaire = (Quantité d'aliment ingéré rapportée à la matière sèche)/ (Biomasse produite) ;
- le taux de survie (%) = 100 * (nombre de poissons à la fin de l'expérience / nombre de poissons au début de l'expérience).

Les résultats ont été présentés sous forme de moyenne ± ESM. Les résultats sont comparés statistiquement par l'analyse de la variance à un critère (ANOVA) pour tester l'effet de 5 formules alimentaires et ceci après vérification préalable de l'homogénéité des variances et de la normalité des données à analyser. Les effets du traitement ont été considérées comme significatives à un seuil de 5% ($P < 0,05$). Lorsque l'analyse de variance se révélait significatif, le test du Waller-Duncan a été utilisé pour la comparaison pariée des moyennes. Toutes les analyses statistique ont été réalisées à l'aide du logiciel de statistique SAS / PC (SAS Institute Inc).

RESULTATS

Au cours de l'expérimentation, la température de l'eau a varié de 29 à 30 °C, la concentration en oxygène dissous de 5,5 à 7mg/let le pH de 7,5 à 8.

Les résultats des paramètres zootechniques chez *Lates niloticus* au cours de l'expérience sont consignés dans le Tableau 2. Les meilleures performances de croissance et d'efficacité alimentaire sont obtenues avec les régimes nourris avec la farine de poisson (A), suivis dans l'ordre des régimes B, C, D et E. Les résultats obtenus montrent que les taux de croissance spécifiques (TCS) varient entre 3.26% et 3.77% respectivement chez les poissons nourris avec les régimes A, B, C, D et E. Il y'a eu une différence significative entre les régimes alimentaires ($P < 0.05$). Le coefficient d'efficacité protéique (CEP) a varié de 2.07 à 1.6. Les résultats statistiques montrent que le

meilleur CEP est obtenu avec le régime A ($P< 0.05$) et le plus faible avec le régime E. Pour les lots de poisson recevant les régimes A, B, C, D et E, le taux de conversion alimentaire (TCA) est compris entre 1.07 et 1.40 kg de nourriture sèche par kg de poids frais produit. Le lot de poisson nourri avec le régime E a obtenu le TCA le plus élevé ($P< 0.05$). Le meilleur TCA est obtenu avec le régime A comparé aux autres régimes C, D et E ; tandis que la différence entre le TCA des régimes A et B n'est pas significative ($P>0.05$). Pour ce qui concerne les taux de survie, les analyses statistiques montrent que seul le lot nourri avec le régime E diffère significativement ($P< 0.05$) des autres lots.

Les résultats des analyses biochimiques des poissons nourris avec les cinq régimes alimentaires sont consignés dans le Tableau 3. Les teneurs en eau des poissons en fin d'expérience ont diminué avec tous les régimes comparativement à l'état initial. Les poissons nourris avec le régime alimentaire E ont été plus riche en eau ($P< 0.05$) comparés à ceux nourris avec les régimes A et B. Tandis que pour les régimes C, D et E aucune différence significative entre les régimes n'a été observé ($P>0.05$). Les résultats montrent que les teneurs en lipides corporelles des poissons décroissent avec l'augmentation de la quantité de la farine de soja incorporée dans le régime alimentaire. Tous les lots de poisson sont plus gras en fin qu'en début d'expérience (Tableau 3). Les résultats statistiques montrent que les poissons du lot E présentent la teneur la plus faible ($P< 0.05$) comparés à ceux nourris avec les régimes A, B, C et D. En ce qui concerne la teneur en protéines corporelles, l'analyse statistique montre qu'elle augmente de façon significative avec le taux d'incorporation de la farine de poisson dans le régime alimentaire. Les lots de poisson nourris avec le régime A présentent la teneur la plus élevé, suivis par les poissons nourris avec les régimes B, C et D, tandis que les valeurs les plus faibles sont obtenues avec les poissons nourris avec le régime E ($P< 0.05$).

Tableau 1: Formulation et composition des régimes alimentaires testés de la perche de Nil (*Lates niloticus*).

	Régimes alimentaires				
Ingrédient (g/100g)	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Farine de poisson	78	57	48	35	27
Farine de soja	0	26	36	51	60
Cellulose	10	5	4	3	6
Huile de poisson : huile de soja (7:3)	2	4	5	5	1
CMV	4	4	4	4	4
Liant	6	4	3	2	2
Composition biochimique (%MS)					
Matières sèche	87,8	88,02	88,37	89,27	90,93
Protéines	45,47	45,87	45,48	45,19	44,9
Lipides	9,9	10,2	10,48	9,47	9,84
Fibres	3,80	4,02	4,61	7,56	7,64
Cendres	15,43	13,61	12,72	11,48	10,13
ENA[a]	13,20	14,32	15,07	15,56	18,42

[a] Extractif Non Azoté = 100% - (% protéines + % lipides + % eau + % fibres + % cendres).

Tableau 2. Performances zootechniques des différents lots de la perche du Nil (*Lates niloticus*) nourris avec cinq régimes alimentaires durant 8 semaines d'experimentation[1].

Variables	Régimes alimentaires				
	A	B	C	D	E
CEP	2.07±0.12[a]	1.87±0.10[b]	1.83±0.00[b]	1.75±0.08[bc]	1.60±0.11[c]
TCS	3.77±0.02[a]	3.59±0.07[b]	3.45±0.03[c]	3.44±0.02[c]	3.26±0.02[d]
TCA	1.07±0.06[c]	1.17±0.06[bc]	1.20±0.0[b]	1.27±0.06[b]	1.40±0.10[a]
TS (%)	100[a]	100[a]	100[a]	100[a]	95.55±3.85[b]

[1]Les résultants sont exprimés en : Moyenne ± EMS de trois répétitions (n = 3). Sur chaque ligne, les moyennes ± EMS, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes (P < 0.05).

Tableau 3. Composition biochimique de la carcasse des poisons en début et fin d'expérience des juvéniles de la perche du Nil[1].

Composition (%)	Etat initial	Etat final (Régimes alimentaires)				
		A	B	C	D	E
Teneur en eau	78.11±0.11	74.09±0.06[a]	74.15±0.05[a]	74.34±0.13[ab]	74.57±0.22[b]	74.60±0.06[b]
Protéines	52.30±0.61	54.09±0.02[a]	53.62±0.20[b]	53.39±0.20[b]	53.21±0.39[b]	52.57±0.19[c]
Lipides	10.75±0.09	12.69±0.02[a]	12.63±0.12[a]	12.37±0.02[b]	12.27±0.01[b]	11.17±0.01[c]
Cendres	20.18±0.17	20.25±0.07[a]	20.27±0.03[b]	20.36±0.02[bc]	20.33±0.09[bc]	20.74±0.08[c]

Les résultants sont exprimés en : Moyenne ± EMS de deux répétitions (n = 3). Sur chaque ligne, les moyennes ± EMS, affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes (P < 0.05). L'absence de lettre sur une même ligne indique une absence de différence significative (P >0.05).

DISCUSSION

De nombreuses études ont été réalisées pour étudier l'utilisation de la farine de soja dans les régimes alimentaires pour les poissons telles que *Heterotis niloticus* (Monentcham et al., 2010), *Sparus aurata* (Nengasetal., 2008), et *Dicentrqrchus labrax* (Tibaldi et al., 2006).

La présente étude est la première à notre connaissance concernant la substitution de la farine de poisson par la farine de soja chez des juvéniles de la perche du Nil. Les résultats obtenus montrent qu'il est possible d'incorporer la farine de soja jusqu'à 51% dans un régime alimentaire pour le grossissement de la perche du Nil. En effet, l'inclusion de la farine de soja jusqu'à 51% affecte légèrement les performances zootechniques chez la perche du Nil. Au-delà de ce seuil, une réduction nette de la croissance et une mauvaise transformation alimentaire est observée. Des résultats similaires sur des études effectuées sur d'autres espèces ont été observés par Schaeffer et al. (2011) qui indiquent qu'il est possible d'inclure jusqu'à 49.5% de la farine de soja sans effet négatif sur la croissance de la perche jaune. Pour Kasper et al. (2007), il est possible d'incorporer sans conséquences négatives un seuil de 50% de farine de soja sur la croissance des juvéniles de la perche jaune.

Selon Monentcham et al. (2010), chez *Heterotis niloticus*, le remplacement de la farine de poisson par une mixture des farines soja et de la graine de coton à concurrence de 50 % est sans effet négatif sur sa croissance. Tandis que l'étude de Rodiles et al. (2012) sur la Sole sénégalaise établit que 30% de la farine de poisson peut être remplacé par des dérivés de soja sans incidence ni sur la croissance, ni sur les protéases intestinales de cette espèce.

La mauvaise croissance observée dans le régime E peut être liée à la présence des facteurs antinutritionnels présents dans la farine de soja. La présence de facteurs antinutritionnels dans les matières d'origines végétales affecte directement (inhibiteurs de trypsine, acides phytiques qui complexe le

phosphore et le rend indispensable) ou indirectement (oligosaccharides, tannins, glucosinolates dont les métabolites affectent l'appétit et perturbent la synthèse des hormones thyroïdiennes), la capacité digestive des poissons (Pham et al., 2007).

Le faible taux du coefficient d'efficacité protéique au-delà d'une incorporation de 50% de farine de soja peut-être dû à une déficience en acides aminés essentiels dans la farine de soja. Médale et Kaushik (2009) ont rapporté que quand l'apport alimentaire en acides aminés ne répond pas parfaitement aux besoins de l'animal, le catabolisme azoté augmente, la rétention protéique est réduite et donc la croissance est ralentie et les rejets azotés accrus.

La substitution de la farine de poisson par des produits végétaux provoque des modifications des marqueurs du système immunitaire au niveau du foie et de l'intestin chez toutes les espèces de poisson (Sitjà-Bobadilla et al., 2005; Tacchi et al., 2012).

L'analyse biochimique de l'aliment montre que le régime E est le plus riche en extractif non azoté (ENA) d'où riche en glucides complexes. La forte teneur en fibre de l'aliment E peut expliquer les mauvaises performances de la perche du nil nourris avec ce régime. Les fibres accélèrent le transit gastro-intestinal ; d'où une faible efficacité digestive des enzymes et par conséquent une diminution de l'absorption des nutriments (Médale et al., 2013). De plus, il a été observé que les fibres peuvent réduire la biodisponibilité des nutriments (Médale et al., 2013).

En général, une faible croissance est observée chez le poisson nourris avec des protéines d'origine végétale, ceci est due à la faible appétibilité, déficiences en certains acides aminés, faible teneur en phosphore, forte teneur en extractif non azoté et enfin un trouble de métabolisme lipidique (Gatlin III et al., 2007 : Nengas et al., 2008 ; Médale et al., 2013). La synthèse protéique et la croissance des poissons sont affectés par la déficience d'un ou de plusieurs acides aminés dans l'aliment. Gatlin III et al. (2007) ont rapporté que les faibles teneurs en lysine et méthionine dans la farine de soja représentent une limite de leur utilisation dans les aliments pour poisson. Il a été observé une réduction de la croissance chez la daurade nourrie avec un régime de 30% de remplacement de la farine de poisson par la farine de soja, (Nengas et al., 2008).

L'analyse de la composition biochimique de la carcasse des poissons a montré que les teneurs en lipides corporelles des poissons décroissent avec l'augmentation de la quantité de la farine de soja incorporée dans le régime alimentaire. Des résultats similaires ont été observés par Azaza et al. (2006) chez le tilapia et par Siddhuraju et Becker (2001) chez la Carpe commune nourrie avec des régimes contenant des matières premières d'origine végétales a des taux élevés. Par contre, Tibaldi et al. (2006) ont rapporté que l'inclusion de différents types et taux de farine de soja n'ont pas eu d'influence sur la composition biochimique de la carcasse chez le bar Européen. Les mortalités observés sont dues au refus de deux sujets, qui se suffisaient à 2 ou 3 graines d'où leur affaiblissement et finalement leur périssement.

Conclusion

La recherche sur la substitution partielle de la farine de poisson par la farine de soja sur la croissance des juvéniles de la perche du Nil, est une contribution pour le développement d'un aliment économique pour cette espèce. En conclusion, les résultats de la présente étude indiquent qu'il est possible d'incorporer 51% de la farine de soja dans l'alimentation des juvéniles de *Lates niloticus* sans compromettre leur croissance.

REFERENCES

AOAC. 1990.*Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15th edn). AOAC: Arlington, Virgina, USA.

Azaza MS, Mensi F, Toko II, Dhraief MN, Abdelmouleh BB, Kraiem MM. 2006.

Effets de l'incorporation de la farine de tomate dans l'alimentation du tilapia du nil (*Oreochromis niloticus*, L., 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud Tunisien. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbo.*, **33**: 47-58.

Gatlin DM III, Barrows FT, Brown P, Dabrowski K, Gaylord TG, Hardy RW, Herman E, Hu GS, Krogdahl A, Nelson R, Overturf K, Rust M, Sealey W, Skonberg D, Souza EJ, Stone D, Wilson R, Wurtele E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant productsin aquafeeds: a review. *Aquac Res.*, **38**: 551-579

Hernandez C, Sarmiento-Pardo J, Gonzalez-Rodrigez B, Isabel AP. 2004. Replacement of fish meal with co-extruded wet tuna viscera and corn meal in diets for white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone), *Aquaculture Research,* **35**(12): 1153-1157.

Kasper CS, Watkins BA, Brown PB. 2007. Evaluation of two soybean meals fed to yellow perch (*Perca flavescens*), *Aquaculture Nutrition*, **13**: 431-438.

Kenan E, Chris GC. 2005. Fish meal replacement by plant and animal by-products in diets for the Australian short-finned eel, *Anguilla australis australis* (Richardson), *Aquaculture Research,* **36**(5): 445-454.

Kim K, Wang X, Bai SC. 2003. Reevaluation of the dietary protein requirement of Japanese flounder (*Parlichthys olivaceus*). *J. World. Aquacult. Soc.*, **34**(2): 133-139.

Ly MA. 2014. Effect of Dietary Protein Level on Growth and Body Composition of Juveniles Nile Perch (*Lates niloticus*, Linnaeus 1758). *Journal of Biology and Life Science,* **5**(1):31-40.

Médale F, Kaushik S. 2009. Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. *Cah Agric.*, **18**: 103-111.

Médale F, Le BR, Dupond NM, Quillet E, Aubin J, Panserat S. 2013. Des aliments à base de végétaux pour les poissons d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, **26**(4): 303-316.

Monentcham SE, Pouomogne V, Kestemont P. 2010. Influence of dietary protein levels on growth performance and body composition of African fingerlings, *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829). *Aquacult. Nutr.*, **16**: 144-162.

Munyaho AT. 2004. Assesment of the status of the stock and fishery of Nile perch in Lake Victoria, Uganda. Final Project, Fisheries Training Programme. The United Nations University, Iceland. Nengas I, Alexis MN, Davies SJ. 2008. Partial substitution of fishmeal with soybean meal products and derivatives in diets for the gilthead sea bream (*Sparus aurata L.*). *Aquaculture Research.,* **27**: 147-156.

Njiru M, Getabu A, Taabu AM, Mlaponi E, Muhoozi L, Mkumbo OC. 2009. Managing Nile perch using slot size: is it possible? *Afr. J. Trop. Hydrobiol. Fish.*, **12**:9-14.

Pham MA, Lee KJ, Lim SJ, Park KH. 2007. Evaluation of cottonseed and soybean meal as partial replacement for fishmeal in diets for juvenile Japanese olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Fisheries Science*, **73**: 760-769.

Rodiles A, Santigosa E, Herrera M, Hachero-Cruzado I, Cordero ML, Martínez-Llorens S, Lall SP. 2012.Effect of dietary protein level and source on digestive proteolytic enzyme activity in juvenile Senegalese sole, *Solea senegalensis* Kaup 1850. *Aquaculture International.*, **20**: 1053-1070.

Rondan M, Hernandez DM, Egea A, Garcia B, Jover M, Rueda FM, Martinez JF. 2004. Effects of fishmeal replacement with soybean meal as protein source, and protein replacement with carbohydrates as an alternative energy source on sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo*, and fatty acid profile, *Aquaculture Research,* **35**(13): 1220-1227.

Schaeffer TW, Brown ML, Rosentrater KA. 2011. Effects of Dietary Distillers Dried Grains with Solubles and Soybean Meal on Extruded Pellet Characteristics and Growth Responses of Juvenile Yellow Perch. North American Journal of Aquaculture, 73: 270-278.

Siddhuraju P, Becker K. 2001. Preliminary nutritional evaluation of mucuna seed meal (*Mucuna pruriens varutilis*) in common carp (*Cyprinus carpio* L.): an assessment by growth performance and feed utilization. *Aquaculture,* **196**: 105- 123.

Sitjà-Bobadilla, A, Peña-Llopis S, Gómez- Requeni P, Médale F, Kaushik S, Pérez- Sánchez, J. 2005. Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, **249**: 387- 400.

Tacchi L, Secombes CJ, Bickerdike R, Adler MA, Venegas C, Takle H, Martin SAM. 2012. Transcriptomic and physiological responses to fishmeal substitution with plant proteins in formulated feed in farmed Atlantic salmon (Salmo salar). BMC Genomics, 13: 1-21.

Tibaldi E, Hakim Y, Uni Z, Tulli F, Francesco M, Luzzana U, Harpaz S. 2006. Effects of the partial substitution of dietary fish meal by differently processed soybean meals on growth performance, nutrient digestibility and activity of intestinal brush border enzymes in the European sea bass (Dicentrarchus labrax). Aquaculture, 261:182-193

ESJ IS LISTED ON

Google Scholar
EBSCO
ProQuest
Open J gate
Index Copernicus
Gale's Academic Databases
Ulrich's
Electronic Journals Library
Scirus
Chinese National Library
West European Librarian
The University of North Carolina at Chapel Hill University Library
JournalSeek
AcademicKeys
Ex Libris' Primo Central Index
Getcited
Research Bible
New Jour, electronic Journals and Newsletters
EyeSource
academia.edu
The Asian Education Index
Mendeley
Directory of Research Journals Indexing
Max Perutz Electronic Journals Library
WZB Berlin Social Research Center
CCG-IB BIBLIOTECA
JournalTOCs
Sherpa/Romeo, University of Nottingham, UK

3

Effect Of Dietary Lipid Level On Growth, Feed Utilization And Body Composition By Nile Perch Juveniles (*Lates Niloticus*)

Ly Mouhamadou Amadou Universite Cheikh Anta Diop de Dakar, Senegal Universite Gaston Berger de Saint-Louis, Senegal ***Ba Cheikh Tidiane***
Universite Cheikh Anta Diop de Dakar, Senegal

doi: 10.19044/esj.2016.v12n9p423 URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n9p423

Abstract:

The present study was designed to determine the optimum dietary lipid of juveniles Nile perch for better growth performances. Four isonitrogenous (45 %) experimental diets were formulated to contain 9; 11;
13 and 15 g crude lipid 100 g^{-1} feed, and fed in triplicate groups of Nile perch (mean weight : 3.28 ± 0.04 g) reared in twelve 50 L tank for 8 weeks. At the end of the experimental period the group of fish fed 11 % and 9 % lipid, had a significantly higher SGR and body weight gain than the rest of experimental groups. The lowest body weight (13.28 g) was achieved by group of fish fed 15 % lipid. The FCR were significantly lower for fingerling Lates fed diet containing 11 % and 9 % lipid than the rest. The increase of the dietary lipid level in the diet affected significantly the Protein Efficiency Ratio (PER). Body moisture content decreased significantly with the increase of dietary lipid. Body lipid increased significantly with the increase of dietary lipid. Under the experimental conditions applied, the optimum dietary lipid requirement for juvenile *Lates niloticus* is estimated to be
9.79 %.

Keywords: Nile perch, *Lates niloticus*, lipid levels, growth

Introduction:

The Nile perch, *Lates niloticus* (Linnaeus 1758), Family centropomidae, is a freshwater carnivorous fish of wide geographical distribution throughout the Ethiopian Region of Africa, occurring commonly in all major river basins including the Nile, Chad, Senegal, Volta and Congo. Most *Lates niloticus* in their natural environment feed on fish and insects. Moreover, Nile perch is of great social economic importance in the East

African region (Gumisiriza et al., 2009; Beuving, 2010). The Nile perch fishery is however under threat due to the intensive fishing pressure on the fishery that has resulted in a tremendous decline of its populations (Njiru et al., 2009). Current strategies for increasing Nile perch production point towards the culture of this species (Gregory, 2006). The culture development of this species will depend mainly on the availability of its seed and the development of well balanced and suitable feed. Little information is available on the dietary requirements of Nile perch, and, in particular, there is no information on dietary lipid requirement.

Dietary lipids play an important role as potential supplier of Energy, essential fatty acids and fat soluble vitamins. They also affect the quality of cultured fish because of their influence on the fatty acid composition of body tissues (Guillon et al., 1995). The addition of lipids in fish diets contributes to protein sparing by increasing their digestible energy value (De silva al., 1991).

However, fish are able to utilize dietary lipids up to a certain level, beyond which growth may be retarded owing to reduced feed consumption (Daniels & Robinson, 1986; Ellis & Reigh, 1991).

Moreover, a high lipid intake may cause an increase in body lipid deposition and affect carcass quality (Hillestad & Johnsen, 1994).

The determination of *Lates niloticus* nutritional requirements is essential for optimizing its aquaculture production. To our knowledge, data concerning the optimal dietary lipid level for *Lates niloticus* juveniles have not been published. Given this lack of information on the basic nutrient requirements of this species, the present study has been undertaken to conduct experimentation with different lipid level diets from 9 % to 15 % to determine growth performance and body composition of *Lates niloticus* juveniles.

MATERIALS AND METHODS

Experimental conditions

Wild Juvenile, *Lates niloticus*, weighing around 3.28 g at the beginning of the feeding trial were used in this study. These fish were obtained from a local fish dealer at the Diama dam, Saint- Louis, Senegal. Fish were acclimated to the experimental conditions for a period of two weeks. During this period, they were fed with a commercial catfish diet obtained from the National Aquaculture Agency hatchery located in Richard Toll district.

At the beginning of the experiment, fish were bulk-weighed and counted. Each experimental diet was randomly assigned to triplicate with 10 fish (mean weight: 3.28 ± 0.04 g) per glass tank. Water levels in each glass tank were maintained at 50 L and aerated constantly

Experimental diets were hand-fed three times a day at 08: 00; 12: 00 and 17: 00 to apparent satiation, over a 30-min period for 8 weeks.

Fish were subjected to a photoperiod of 12-h dark and 12-h light and all tanks had similar light conditions. Dissolved oxygen levels and water temperature were monitored daily and averaged 7 mg/l and 30°C, respectively. Fish were bulk weighed every 2 weeks with fish being starved for 24 h prior to weight measurements and 12 h after. All aquaria were cleaned up every day in the morning by scrubbing and siphoning off accumulated waste materials. Each meal after feeding the uneaten food was removed manually to estimate food consumption.

Experimental diets

Four experimental diets were formulated to contain 9 %; 11 %; 13 % and 15 % lipid. Fish meal and shrimp meal were used as protein sources, fish oil and soy oil as lipid sources. Fish meal and shrimp meal were finely grounded and poured through a sieve of 425 µm mesh. Vitamin and mineral premix were mixed separately with the cellulose and the binder before being added to the main ingredient mixture. Diets were supplemented with fish oil after the addition of water (Table 1). The semi-moist mixture was then pressure pelleted in the food grinder, dried at 35°C for two days, cut to desired sizes, packaged into plastic bag and stored frozen until its usage. The diets were screened prior to feeding in order to remove the fines.

Table 1: Formulation of the experimental diets of Nile perch (*Lates niloticus*).

	Diet			
Ingredient (g/100g)	9%	11%	13%	15%
Fish meal	52	53	53	53
Shrimp meal	27	27	27	27
Corn meal	15	12	10	8
Fish oil : soy oil (7:3)	2	4	6	8
Vit mix[a]	2	2	2	2
Min mix[b]	2	2	2	2
Total	100	100	100	100

[a] Vitamin mixture (mg or IU. Kg^{-1}): Biotin, 0.25 ; folic acid, 0.75 ; choline chloride, 250 ; ascorbic acid, 50; vitamin B12, 0.05; vitamin K3 : 100.

[b] Mineral mixture (mg/Kg mixture): Ca, 0.3 g; Fe, 2 g; CoCl2, 0.01g; Zn, 1.32 g; Se, 0.019g; CuCl2, 0.1g; Na, 0.34g; Mn, 1.8g.

Sampling and analytical methods

At the beginning of the feeding trial, 10 fish were randomly sampled from the initial fish and at the end of the 8-week experiment 3 fish from each tank were sampled and all the sample are freeze-dried for subsequent proximate analyses.

The experimental diets and samples of the fish carcasses were analyzed for proximate composition according to the Association of Official Analytical Chemists: AOAC (1984) procedures. Crude lipid was determined by the ether extraction method by Soxtec System HT (Soxtec System HT6; Tecator); crude protein was determined with a Kjeltec system 1002 (Tecator); crude fiber was determined by the Fibertec system M 1020 hot extractor (FOSS Tecator); crude ash by incineration in a muffle furnace at 550°C for 24 h, and dry matter by drying in an oven at 105°C for 24 h;

Several parameters were routinely monitored to ensure good water quality maintained. Water temperature and dissolved oxygen was measured everyday using YSI Model 58 oxygen meter (Yellow Springs Instrument, Yellow Springs, OH, USA). Water pH was measured everyday by pH tester DMT-30 Series.

Calculations and Statistical Analysis

Growth response parameters were calculated as follows: Weight gain (%) = 100* ((final mean body weight - initial mean body weight)/ initial mean body weight); Specific Growth Rate (SGR, % /day) = 100* ((In Wt- In Wi) /T), where Wt is the weight of fish at time t, Wi is the weight of fish at time 0 and T is the rearing period in days; Feed Conversion Rate (FCR) = total dry feed fed g/ fish / total wet weight gain g/ fish. Survival rate (%) = 100* (number of fish which survived/initial number of fish). Protein efficiency ratio (PER) was calculated using the following formula: wet weight gain (g)/protein intake (g). The optimum lipid required was estimated by taking the first derivative of Y on the polynomial regression model with respect to the relevant X.

Results are presented as mean ± SEM. Data were subjected to one-way analysis of variance (ANOVA) to test the effect of four dietary lipid levels as main effect. Treatment effects were considered significant at $p \leqq 0.05$; Duncan's new multiple range tests was used to compare significant difference among treatments. The survival data were transformed into a normal distribution using the arcsine square root prior to analysis of variance. All statistical analysis was carried out using the SAS/PC statistical software.

RESULTS

During the experiment water temperature monitored ranged from 29 to 30°C; dissolved oxygen was 6.5 ± 0.5 mg/L and pH ranged from 7.5 to 8. All parameters are considered to be suitable for fish growth and survival. Survival was similar ($p > 0.05$) among dietary treatments and ranged from 86.67 ± 0.06 % to 76.67 ± 0.07 % over the eight-week trial (Table 3). The effects of dietary lipid levels on weight gain, specific growth rate, feed

intake, feed conversion ratio and protein efficiency ratio of Lates fingerlings fed the experimental diets are presented in Table 3.

Table 2: Proximate analysis of the experimental diets of Nile perch (*Lates niloticus*).

Chemical analysis	9%	11%	13%	15%
Moisture	6,7	6,8	6,6	6,6
Crude protein	45,83	45,94	45,81	45,73
Crude fat	9,13	11,1	13	15,2
Crude fiber	2,8	2,7	2,6	2,6
Crude ash	10,9	10,8	10,8	10,7
NFE	19,4	17	15	13,6
Gross Energy (kcal/100gm)	458,99	469,37	483,66	490,59
P/E Ratio	109,15	107,59	103,99	102,32

Average body weight (g) of juveniles Lates fed experimental diets at the start did not differ, indicating that groups were homogenous. At the end of the experimental period the group of fish fed 11 % and 9 % lipid, had a significantly ($p \leqq 0.05$) higher SGR and body weight gain than the rest of experimental groups. The lowest body weight (13.28 g) was achieved by group of fish fed lipid level 15 %. However, SGR were 2.77, 2.82, 2.63 and 2.48 for groups of fish fed on diet containing 9, 11, 13 and 15 % lipids, respectively.

Table 3: Growth performance, and survival of *Lates niloticus* fed the experimental diets. Values are means ± standard deviation (n = 3). Within a row, means with different superscript letters differ significantly ($p \leqq 0.05$).

	Diet			
Parameters	9%	11%	13%	15%
Initial body weight (g)	3.27±0.22	3.28±0.05	3.26±0.05	3.30±0.03
Final body weight (g)	$15.43±0.46^{a}$	$15.89±0.56^{a}$	$14.22±0.11^{b}$	$13.28±0.47^{c}$
Weight gain (%)	$372.20±11.24^{a}$	$385.06±23.82^{a}$	$336.22±3.17^{b}$	$302.23±17.99^{c}$
SGR (%)	$2.77±0.04^{a}$	$2.82±0.09^{a}$	$2.63±0.01^{b}$	$2.48±0.08^{c}$
Feed intake	$24.26±0.51^{a}$	$24.3±0.44^{a}$	$22.93±0.50^{ab}$	$22.93±0.50^{b}$
Feed conversion ratio	$1.99±0.05^{b}$	$1.93±0.07^{b}$	$2.09±0.06^{ab}$	$2.26±0.24^{a}$
Protein efficiency ratio	$1.11±0.03^{a}$	$1.15±0.04^{a}$	$1.06±0.03^{ab}$	$0.99±0.10^{b}$
Survival rate (%)	83.33±0.15	76.67±0.06	83.33±0.06	86.67±0.06

The FCR were significantly lower ($p \leqq 0.05$) for fingerling Lates fed a diet containing 11% and 9 % lipid than the rest of experimental groups. The highest FCR (2.26) was achieved by group of fish fed 15 % lipid level.

The increase of the dietary lipid level in the diet affected significantly the Protein Efficiency Ratio (PER) ($p \leqq 0.05$). PER increased with the dietary lipid level up to 11 % and decreased later on. The lowest PER was found with the diet with 15 % of lipid (Table 2). PER in 9% and 11% lipid diet was

higher than PER in 15% lipid diet. However, there was no difference in PER among 9%, 11% and 13% lipid diet and also between 13% and 15% lipid diet (Table 3).

Table 4: Body composition (on wet weight basis) of Nile perch fingerlings fed the experimental diets. Values are means ± standard deviation (n = 3). Within a row, means with different superscript letters differ significantly ($p \leq 0.05$).

Parameters	Lipid level (%)			
	9	11	13	15
Moisture	80.61 ± 0.12^{a}	79.28 ± 0.18^{b}	78.46 ± 0.33^{c}	77.51 ± 0.15^{d}
Protein	52.33±0.21	52.47±0.23	52.33±0.21	52.3±0.1
Lipid	11.73 ± 0.15^{d}	12.43 ± 0.21^{c}	12.96 ± 0.09^{b}	13.84 ± 0.14^{a}
Ash	20.43±0.09	20.25±0.06	20.74±0.1	20.21±0.09

The effect of dietary lipid levels on body composition is presented in table 4. Body moisture content decreased significantly with the increase of dietary lipid. Body lipid increased significantly with the increase of dietary lipid ($p \leq 0.05$). Body protein and ash content was not affected by the dietary treatments ($p > 0.05$).

When the second-order regression was employed, based on specific weight gain for estimating the dietary lipid requirement of *L. niloticus* (Fig. 1), the regression equation was as follows: $Y = -0.0121x^2 + 0.2369x + 1.6301$. The optimum dietary lipid requirement for juvenile Lates is estimated to be 9.79 %.

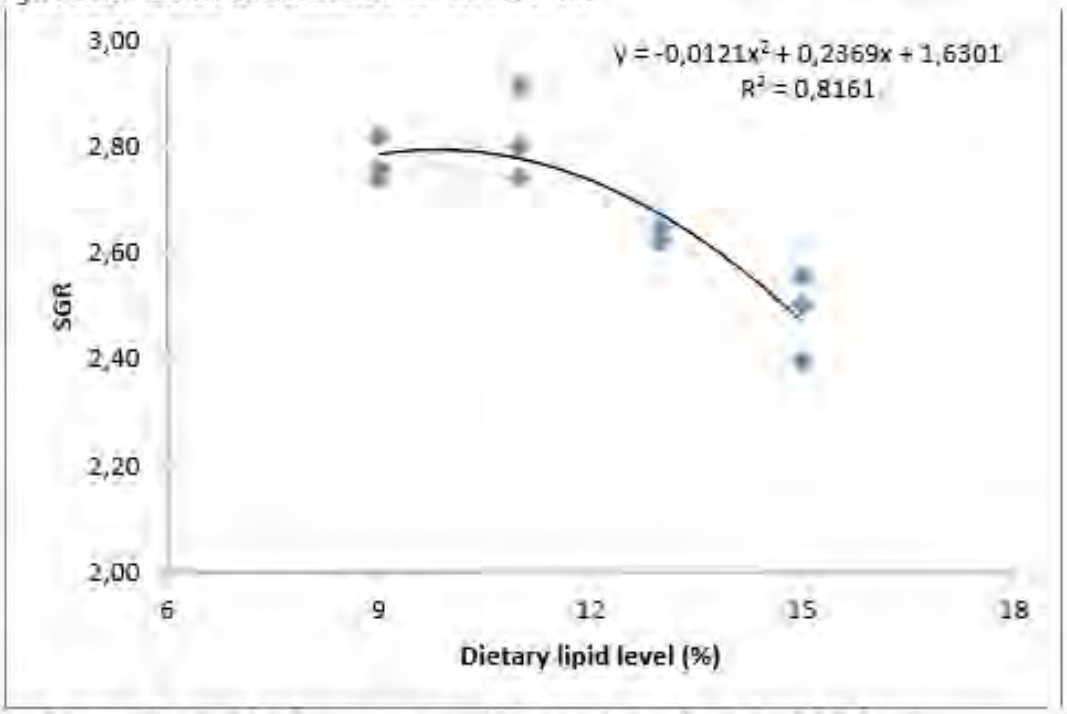


Figure 1: Second order regression of SGR on dietary lipid level for *L. niloticus*.

.**DISCUSSION**

During the experiment water temperature monitored ranged from 29 to 30°C; dissolved oxygen was 6.5 ± 0.5 mg/L and pH ranged from 7.5 to 8. All parameters are considered to be suitable for fish growth and survival.

The present study is the first report to our knowledge regarding dietary lipid needs of Nile perch during their juvenile stage. It is well known that Dietary lipids are an important source of energy that also provide essential fatty acids, phospholipids, sterols and fat-soluble vitamins necessary for proper functioning of physiological processes and maintenance of biological structure and function of cell membranes (Sargent et al., 1989). They also affect the quality of cultured fish because of their influence on the fatty acid composition of body tissues (Guillon et al., 1995).

The establishment of the dietary lipid level for optimal growth performance and body composition of juvenile Nile perch is a contribution towards the development of specific feeds for on-growing Nile perch.

Generally, the increase of dietary lipid level improves growth, feed and protein efficiency, as it spares proteins that could otherwise have been catabolized and used as an energy source (De Silva et al., 2001). However, the excessive supplement of dietary lipid could destroy growth and health of fish owing to the abnormal lipid deposition in fish body (Lee & Kim, 2005; Wang et al., 2006). In addition fish have an optimum level of dietary lipids over which dietary fat can cause growth depression (Daniels & Robinson, 1986; Pei et al., 2004). This observation was confirmed in the present study in which the optimum dietary lipid is estimated to be 9.79 %. The growth reduction at high lipid levels could be due to the limited ability to digest and absorb high amounts of lipid or a reduction in feed intake.

The results of this study showed that, PER increased with the dietary lipid level up to 11 % and decreased later on; WG tended to decrease, but FCR tended to increase, with increasing the dietary lipid level from 11 to 15 %. These results indicate that elevating the dietary lipid level from 11 % to 15 % could not induce protein-sparing effect in Nile perch. Similarly, no protein-sparing effects of excessive dietary lipid in other fish species were observed in *Pseudobagrus ussuriensis* Fingerlings (Wang et al., 2013); *Lates calcarifer* juveniles (Catacutan & Coloso, 1995); and *Paralichthys olivaceus* juveniles (Lee & Kim, 2005).

In contrast, a protein-sparing effect of lipid has previously been documented in channel catfish (Page & Andrews, 1973) and Japanese seabass *Lateolabrax japonicus* (Ai et

al., 2004). Thus, it is important to provide an appropriate ratio of protein and non-protein energies for the formulation of cost-effective and environment friendly fish feed.

Chemical analysis at the end of the experiment is frequently used to determine the influence of feed on fish composition. Both environment and diet are exogenous factors that affect the proximate composition of cultured fish. It should be noted that, the composition of the feed is the only factor, which could have influenced the difference chemical composition of fish, as other endogenous factors were maintained uniform during the study work.
Data on the body composition content of fish allows assessing the efficiency of transfer of nutrients from feed to fish and also helps predict the overall nutritional status.

The results of the present study indicated that the dietary lipid level significantly affected the body composition of fish. . Body moisture content decreased significantly with the increase of dietary lipid. Body protein and ash content in Nile perch was not affected by the dietary treatments.

A significant increase in body fat deposition was noticed with increase in dietary lipid level, this is consistent with others previously findings for African catfish (Ali & Jauncey, 2005), black catfish (Salhi et al., 2004), cobia *Rachycentron canadum* (Craig et al., 2006); red drum (Ellis & Reigh, 1991; Serrano et al., 1992); and grey mullet (Rangaswamy et al., 1998). In addition, flounder (Lee & Kim, 2005), largemouth bass *Micropterus salmoides* (Bright et al., 2005), cuneate drum (Wang et al., 2006) and blackspot seabream (Figueiredo-Silva et al., 2010), exhibited significantly increased body lipid content when fed at high dietary lipid levels.

The survival rate of *L. niloticus* juveniles under different treatments ranged from 76 to 86 % over the eight-week trial. The survival was not significantly affected by the dietary lipid level. On the contrary, in some species, differences were observed in the survival rate due to the different dietary lipid levels, such as in juveniles Kutum (Ebrahimi & Ouraji, 2011); darkbarbel catfish (Zheng et al., 2010)

Conclusion:

In conclusion, data from the present study indicate that the optimum dietary lipid requirement for juvenile *Lates niloticus* is estimated to be 9.79 % to maintain a good overall growth performance.

References:

AOAC (Association of Official Analysis Chemists), 1984. Official Methods of Analysis, 14th edition, AOAC Arlington, VA, 1141pp.

Ai QH, Mai KS, Li HT, 2004. Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Japanese seabass, Lateolabrax japonicas. Aquaculture 230: 507–516.

Ali MZ and Jauncey K, 2005. Approaches to optimizing dietary protein to energy ratio for African catfish Clarias gariepinus (Burchell, 1822). Aquacult. Nutr 11: 95–101.

Beuving JJ, 2010. Playing pool along the shore of Lake Victoria: Fishermen, careers, and capital accumulation in the Ugandan Nile perch business. Africa 80(2): 224-248.

Bright LA, Coyle SD, Tidwell JH, 2005. Effect of dietary lipid level and protein energy ratio on growth and body composition of largemouth bass Micropterus salmoides. J. World Aquac. Soc 36: 129–134.

Catacutan MR. and Coloso RM, 1995. Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*. Aquaculture 131: 125–133.

Craig SR, Schwarz MH, McLean E, 2006. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. Aquaculture 261: 384–391.

Daniels WH. and Robinson EH, 1986. Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture 53: 243–252.

De Silva SS, Gunasekera RM, Shim KF, 1991. Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. Aquaculture 95: 305–318.

De Silva SS, Gunasekera RM, Gooley G, Ingram BA, 2001. Growth of Australian shorfin eel (Anguilla australis) elvers given different dietary protein and lipid levels. Aquaculture Nutrition 7: 53–57.

Ebrahimi G. and Ouraji H, 2011. Dietary lipid requirement for the Kutum fingerlings, Rutilus frisii kutum (Kamenskii 1901). Research journal of Animal Sciences 5(1): 1-5.

Ellis SC. and Reigh RC, 1991. Effects of dietary lipid and carbohydrate levels on growth and body composition of juvenile red drum, Sciaenops ocellatus. Aquaculture 97: 383–394.

Figueiredo-Silva AC, Corraze G, Borges P, Valente LMP, 2010. Dietary protein/lipid level and protein source effects on growth, tissue composition and lipid metabolism of blackspot

seabream (Pagellus bogaraveo). Aquacult. Nutr 16: 173–187.

Gregory RG, 2006. The Nile perch *Lates niloticus*: a potential candidate for cage aquaculture. In J. F. Halwart, FAO Regional Technical expert workshop on cage culture in Africa, Entebbe Uganda, 20 th to 23rd October 2004. FAO Fisheries proceedings (Vol. No. 6).

Guillon A, Soucy P, Khalil M, Adambounou L, 1995. Effect of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle, fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (Salvelinus fontinalis). Aquaculture 136: 351-362.

Gumisiriza R, Mshandete AM, Rubindamayugi MS, Kansiime F, Kivaisi AK, 2009. Nile perch fish processing waste along Lake Victoria in East Africa: Auditing and characterization. Afr. J. Environ. Sci. Technol 3(1):
013-020.

Lee SM. and Kim KD, 2005. Effect of various levels of lipid exchanged with dextrin at different protein level in diet on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquacult. Nutr 11: 435–442.

Njiru M, Getabu A, Taabu AM, Mlaponi E, Muhoozi L, Mkumbo OC, 2009. Managing Nile perch using slot size: is it possible? Afr. J. Trop. Hydrobiol. Fish 12: 9-14.

Page JW, Andrews JW, 1973. Interaction of dietary levels of protein and energy on channel catfish (Ictalurus punctatus). The Journal of Nutrition
103: 1339–1346.

Pei Z, Xie S, Lei W, Zhu X, Yang Y, 2004. Comparative study on the effect of dietary lipids level on growth and feed utilization for gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris Gunther*). Aquaculture Nutrition 10: 209–216.

Rangaswamy CP, Gopal C, Swamy DN, 1998. Effect of varying dietary lipid levels on the growth and body composition of fingerlings of the grey mullet *Liza macrolepis* (Smith). Indian J. Fish 45(2): 157-161.

Salhi M, Bessonart M, Chediak G, Bellagamba M, Carnevia D, 2004. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen* fry fed diets containing different protein and energy levels. Aquaculture 231: 435–444.

Sargent J, Henderson RJ, Tocher DR, 1989. The lipids. In: Fish Nutrition. J. E. Halver (Ed.), Academic Press, Inc. New York: 153-218.

Serrano JA, Nematipour GR, Gatlin DM, 1992. Dietary protein requirement of the red drum (*Sciaenops ocellatus*) and relative use of dietary carbohydrate and lipid. Aquaculture 101: 283–291.

Shearer KD, 1994. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. Aquaculture 119: 63–88.

Wang F, Han H, Wang Y, Ma X, 2013. Growth, feed utilization and body composition of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus* fed at different dietary protein and lipid levels. Aquaculture nutrition 19 : 360–367.

Wang Y, Guo JL, Li K, Bureau DP, 2006. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). Aquaculture 252: 421–428.

Zheng K, Zhu X, Han D, Yang Y, Lei W, Xie S, 2010. Effects of dietary lipid levels on growth, survival and lipid metabolism during early ontogeny of *Pelteobagrus vachelli* larvae. Aquaculture 299: 121–127.

Aquariums d'experimentation

Materiels d'analyse de la qualite de l'eau

Differents ingredients et tamissage

Hachoir de viande

Balance de precision (Pesage des echantillons)

Dessication

Analyse des lipides

Analyse des protéines

Auteur : Mouhamadou Amadou LY

Une série d'expériences ont été réalisés en triplicata afin de comprendre les effets de trois régimes alimentaires sur la croissance des juvéniles de *Lates niloticus*. L'objectif a été d'étudier, certaines variables nutritionnelles durant la phase de pré-grossissement de l'espèce et d'évaluer les capacités de valorisation de la farine de soja incorporée dans la formulation de l'aliment. Après des généralités sur l'importance de l'aquaculture, les différentes sources d'ingrédients utilisées en alimentation des poissons et sur la bioécologie de *Lates niloticus*, nous avons comparé cinq régimes alimentaires contenant 30 %, 35 %, 40 %, 45 % et 50 % de protéines, puis évalué les effets de la variation des teneurs en lipides (9%, 11%, 13%, 15%) sur la croissance de *Lates niloticus* et enfinétudié la possibilité de substituer partiellement des farines d'origine animale par des farines d'origine végétale (tourteaux de soja) et les effets sur les performances de croissance, l'efficacité alimentaire et la composition de la chair chez les juvéniles de *L. niloticus*. Les résultats obtenus ont montré qu'une augmentation des teneurs en protéines jusqu'à 45 % améliore le gain de poids journalier et le taux de croissance spécifique. Il a été noté chez les poissons nourris avec des régimes contenant plus de 45 % de protéines des teneurs plus élevées en protéines dans leur chair, comparés à ceux qui sont nourris avec des régimes comprenant entre 30 et 40 %. Le taux d'efficacité protéique croît avec augmentation de la teneur en lipides dans l'aliment jusqu'à 11 %. Une augmentation significative des dépôts de lipides corporelle a été observée avec l'augmentation de la teneur en lipides des aliments. Dans les conditions expérimentales appliquées, les résultats montrent que pour de meilleures performances de croissance, il faut 45 % de protéines et 9,79 % de lipides dans les régimes alimentaires des juvéniles de *Lates niloticus.* En plus, il est possible de substituer 50% de la farine de poisson par la farine de soja dans l'alimentation des juvéniles de *Lates niloticus* sans compromettre leur croissance.

First estimations of feeding and nutritional requirements of juveniles Nile perch, *Lates niloticus* (teleost fish) and the use of soybean meal for the domestication of this species

Summary

A series of experiments is carried out in triplicate in order to understand the effects of three diets on the growth of juveniles *Lates niloticus*. This study aims to establish nutritional variables during the ongrowing stage and to examine the possible use of soybean meal in his formulated feed. After genralities on the importance of aquaculture, the different ingredients sources used in fish feed, and in particular on the bioecology of *Lates niloticus*, we compared the effects of five diets containing 30 %, 35 %, 40 %, 45 % and 50 % protein on growth, then we evaluated the effects of lipid levels (9 %, 11 %, 13 % and 15 %) on growth of *Lates niloticus*. At the end, the effects of fishmeal substitution by soybean meal on growth, feed efficiency and composition of flesh in juveniles of *L. niloticus* are studied. Results showed that the daily weight gain and the specific growth rate increased with the increase in protein contents up to 45%. We noted that fish fed diets containing more than 45% protein have the highest protein content in their flesh, followed by those fed diets of 30-40%. The protein efficiency rate increases with increasing lipid content in the food up to 11%. A significant increase in body lipid deposition was observed with increasing lipid content in foods. Under the applied experimental conditions, the results show that for better growth performances, 45% protein and 9.79% lipids are required in the diets of *Lates niloticus* juvenile. In addition, the soybean meal could partially replace up to 51% the dietary fishmeal in its fingerling without negative effect on growth.

Mots clés : croissance, farine de poisson, *Lates niloticus*, lipides, nutrition, protéines, substitution.