



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques

Projet de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en science agronomique

Spécialité : Production et Nutrition Animale

Analyse physico-chimique de quatre aliments destinés au
Tilapia (Oreochromis niloticus)

Présenté par :

M^{elle} OULD BACHIR SAIDA
M^{elle} NAIT CHALAL DYHIA

Devant les membres de jury :

Présidente :	M^{me} Taleb-Toudert K.	MCA	UMMTO
Promotrice :	M^{me} Djouber-Toudert F.	MCB	UMMTO
Examinatrice :	M^{me} Cherfaoui-Yami Dj.	MCB	UMMTO

2023/2024

Remerciements

Nos remerciements s'adressent en premier lieu à « **Allah** » qui nous a données la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu nous tenons à remercier notre promotrice **M^{me} DJOUBER - TOUDERT Fatima** maitre de conférences B, pour avoir accepté de nous encadrer, Nous la remercions aussi pour son aide et ses conseils durant toute la période de notre travail.

Nous tenons aussi à remercier les pisciculteurs qui nous ont accueillies dans leurs fermes aquacoles et remis les échantillons d'aliments, **M. KAHWADJI Sadek** et **M. BELAID Lamine**.

Nous voulons aussi de remercier toutes les ingénieures de laboratoire commun I **Mme Bouzzourene-Yafsah R.**, **M^{elle} Tabet Nadia** et **M^{elle} Bouadjla L.** et à toute l'équipe du laboratoire biochimie analytique et biotechnologie (LABAB) pour leurs aide et gentilleses.

Nous vif remerciement va à
La présidente **M^{me} TALEB K. MCA UMMTO**
L'examinatrice **M^{me} CHERFAOUI Dj. MCB UMMTO**
Nous voudrions exprimer nous remercier à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation : **M. KADI, M. MOUHOUS, M. DJARBEL, M. BOUZOURENE, M. MEKHOLOUF, M. BEN ABDELAZIZ, M. AMEUR ;, M^{me} DJOUBERT-TOUDERT, M^{me} DORBANE, M^{me} ZEMBRI-ZERMI.**
Et à tous les étudiants de la promotion **PNA 2023/2024.**

Nous souhaitons également exprimer notre gratitude à nos parents pour leurs soutiens, encouragements et leurs patiences durant ces années d'études.

En fin, nous remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Tout d'abord je remercie Allah qui m'a donné la force et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Je dédie ce travail

A mon cher père, Ali,

A ma chère mère, Saliha,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mon cher grand-père, AIT DJOUDI OUFELLA Arezki

Que je souhaite une bonne santé.

A mes frères, Mohand et Brahim,

A mes sœurs, Chahrazed et Fatiha,

A mes beaux-frères, Ahmed et Aghiles,

A ma belle-sœur, Hanane,

Pour leurs soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A mes nièces, Elina, Maria et Amira,

A mon neveu, Mohamed Ali,

Je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de joie et de réussite.

A ma chère binôme, NAIT CHALAL Dyhia,

Pour son entente et sa sympathie.

A mes copine, Djamila, Katia et Mériem,

A mes enseignants et pour ceux qui m'ont donné de l'aide un jour, que Dieu vous paye pour tous vos bienfaits.

Pour finir, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Saida

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

- A la mémoire de mon cher père, **Mebrouk**,
que le bon dieu l'accueille dans son vaste paradis.
- A ma chère maman, **Nadia**,
qui m'a comblée de sa tendresse, pour son soutien et
ses encouragements tout au long de mon parcours
académique.
- A mon très cher frère **Salem**.
- A ma très chère sœur **Tinhinane**.
- A ma chère binôme **OULD BACHIR Saida**.
- A tous mes amis et amies.
- Et à toutes les personnes qui mon aidée de près ou de
loin.

Dyhia

Sommaire

Liste des abréviations
La liste des figures
La liste des tableaux

Introduction.....1

Partie 01 : Partie bibliographique

Chapitre 01 : Généralité et historique sur l'aquaculture et pisciculture

I.	Généralités sur l'aquaculture et la pisciculture	3
A.	L'aquaculture	3
1.	Définition de l'aquaculture	3
2.	Type d'aquaculture	3
3.	. Type d'élevage ou de culture.....	4
B.	La pisciculture	4
1.	Définition de la pisciculture	4
2.	Types de pisciculture	5
3.	Le choix d'espèce	6
II.	Historique de l'aquaculture et de la pisciculture	6
A.	Historique de l'aquaculture dans le monde	6
B.	Situation de l'aquaculture dans le monde	8
C.	Historique de la pisciculture dans le monde.....	9
D.	Historique de la pisciculture en Algérie	9
E.	Situation de l'aquaculture dans la wilaya de Tizi-Ouzou	11
1.	Pêche professionnelle	11
2.	Pêche récréative	12

Chapitre 02 : alimentation et nutrition de Tilapia

I.	Généralités sur le tilapia.....	13
A.	Historique du tilapia	13
B.	Caractère morphologique du tilapia	13
C.	Les besoins nutritionnels des tilapias	15
1.	Besoins en protéines	15
2.	Besoins en hydrates de carbones	15
3.	Besoin en lipides.....	16
4.	Les besoins en vitamine et minéraux.....	16
II.	Alimentation et nutrition de tilapia	17
A.	Définitions	17
1.	Alimentation	17

2. Nutrition.....	17
B. Importance de l'alimentation	17
C. Historique de l'alimentation de tilapia	17
D. Matières premières et les additifs utilisés dans l'alimentation des poissons (tilapia)...	18
1. Matières premières d'origine animale	18
2. Matières premières d'origine végétale	19
3. Additifs alimentaires.....	21
III. Formulation préparation d'aliment.....	24
A. Formule d'aliment pour tilapia.....	25

Parie 02 : partie expérimentale

I. Matériel et méthode	27
A. Préparation des échantillons.....	27
B. Détermination de la teneur en eau (humidité)	28
C. Détermination de la teneur en cendres	29
D. Le PH.....	30
E. La densité	31
F. L'acidité titrable	32
G. Les protéines	33
H. Dosage des glucides	35

Résultat et discussion

I. Humidité.....	Erreur ! Signet non défini.
II. Les cendres	Erreur ! Signet non défini.
III. Le PH.....	Erreur ! Signet non défini.
IV. La densité	Erreur ! Signet non défini.
V. Acidité titrable	Erreur ! Signet non défini.
VI. Protéine.....	Erreur ! Signet non défini.
VII. Les glucides.....	Erreur ! Signet non défini.

Conclusion	45
------------------	----

Références bibliographiques

Résumé

Liste des abréviations

A.V J.C : Avant Jésus-Christ.

AAI : Acide aminé indispensable.

AGPI : Acide gras polyinsaturé.

ANF : Facteur anti nutritionnelle.

CGPM : Conférence générale de poids et de mesure.

CIHEAM : Centre international de hautes étude agronomiques méditerranéennes.

CIVV : Communié interprofessionnel des vins vaudois.

CNEOX : Instituts français de recherche pour l'exploitation de la mer.

DG : Direction Générale

FAO: Food and agriculture organisation of United nations.

G: Gramme.

Ha: Hectare.

Kg: Kilogramme.

Meq: Un millième d'équivalent, est fréquemment utilisé pour exprimer les quantités d'électrolytes

M³: Mètre cube.

SIRAP : Appartient au groupe financier italien italmobilaire.

T : Tonne.

La liste des figures

Figure 01 : Evolution de la pêche professionnelle dans la wilaya de Tizi Ouzou (2008 – 2024).

Figure 02 : Evolution de la pêche récréative dans la wilaya de Tizi Ouzou (2008 – 2024).

Figure 03 : Photo originale de tilapia du Nil à Yesser.

Figure 04 : Aliment A fabriqué en France destinés pour les juvéniles (photo originale, 2024).

Figure 05 : Aliment B fabriqué en Algérie destinés pour les juvéniles (photo originale, 2024).

Figure 06 : Aliment C fabriqué en Algérie (photo originale, 2024).

Figure 07 : Aliment D fabriqué en Algérie (photo originale, 2024).

Figure 08 : **A** : Balance de précision / **B** : Etuve / **C** : Dessiccateur (photo originale, 2024).

Figure 09 : Le four (photo originale, 2024).

Figure 10 : **A** : Un agitateur / **B** : PH mètre (photo originale, 2024).

Figure 11 : Une balance (photo originale, 2024).

Figure 12 : **A** : Bain-marie / **B** : Filtration de mélange (photo originale, 2024).

Figure 13 : **A** : Agitation de mélange / **B** : Obtention de filtrat (photo originale, 2024).

Figure 14 : **A** : Gamme d'étalonnage des protéines / **B** : Spectrophotomètre (photo originale, 2024).

Figure 15 : Gamme d'étalonnage des glucides (photo originale, 2024).

La liste des tableaux

Tableau 01 : Etapes saillantes de l'expérience algérienne en matière de l'aquaculture/

Tableau 02 : Besoins alimentaire en protéine et lipide chez les tilapias.

Tableau 03 : Le régime alimentaire de tilapia de Nil dépend de sa taille.

Tableau 04 : Exemple de formule d'aliment pour le tilapia.

Tableau 05 : Gamme d'étalonnage de dosage des protéines.

Tableau 06 : Gamme d'étalonnage de dosage des glucides.

Tableau 07 : Résultats relatifs à l'analyse de la teneur en humidité (aliment des juvéniles).

Tableau 08 : Résultats relatifs à l'analyse de la teneur en humidité (aliment de stade finition).

Tableau 09 : Résultats relatifs à l'analyse de la teneur en cendres (aliment des juvéniles).

Tableau 10 : Résultats relatifs à l'analyse de la teneur en cendres (aliment de stade finition).

Tableau 11 : Résultats relatifs à l'analyse de PH (aliment des juvéniles).

Tableau 12 : Résultats relatifs à l'analyse de PH (aliment de stade finition).

Tableau 13 : Résultats relatifs à l'analyse de la densité (aliment des juvéniles).

Tableau 14 : Résultats relatifs à l'analyse de la densité (aliment de stade finition).

Tableau 15 : Résultats relatifs à l'analyse de l'acidité titrable (aliment des juvéniles).

Tableau 16 : Résultats relatifs à l'analyse de l'acidité titrable (aliment de stade finition).

Tableau 17 : Résultats relatifs à l'analyse de la teneur en protéines (aliment des juvéniles).

Tableau 18 : Résultats relatifs à l'analyse de la teneur en protéines (aliment de stade finition).

Tableau 19 : Résultats relatifs à l'analyse de la teneur en glucides (aliment des juvéniles).

Tableau 20 : Résultats relatifs à l'analyse de la teneur en glucides (aliment de stade finition).

Introduction

L'aquaculture représente un domaine étendu et varié. Il occupe une place importante dans le monde de l'agro-alimentaire, où la production de poisson permet d'apporter des protéines animales dans la consommation alimentaire (FAO, 2002).

Dans de nombreuses situations de pisciculture tropicale, en particulier en Afrique, la production de poisson est basée sur la productivité naturelle et la fertilisation. Parfois les apports d'engrais ajoutés à l'alimentation oxygènent et contribuent ainsi de manière significative à la rentabilité de l'activité piscicole (Lazard et Dabbadie, 1995).

D'après la FAO (1992), le poisson utilise, en priorité, la nourriture ingérée pour assurer le fonctionnement de son métabolisme ou "entretien", et ensuite le surplus, s'il y en a, pour sa croissance. En effet, l'aliment consommé par le poisson sert à : son entretien, sa croissance et la constitution de réserves. Le développement de ces deux derniers aboutit à une augmentation de poids. En outre, l'aliment fournit l'énergie potentielle du poisson, une part sert à son entretien, le reste à sa croissance. Une part de l'aliment sert à assurer le fonctionnement du métabolisme du poisson (ration d'entretien) en lui donnant l'énergie nécessaire à la respiration, au déplacement, à la quête d'aliment, à la digestion et la production de chaleur.

Cependant, en milieu aquatique l'alimentation est l'élément le plus onéreux dans le secteur de l'aquaculture, où elle représente plus de 50% de dépense d'exploitation. Le coût des aliments pour les poissons est principalement influencé par la farine de poisson (Bamba *et al.*, 2008). Et selon Abarike *et al.* (2013), on utilise la farine de poisson principalement comme source de protéines dans les aliments pour poisson en raison de sa teneur élevée en acide aminé essentiel et de sa capacité à satisfaire les besoins nutritionnels, et représente 40 à 60% des protéines totales dans les aliments standards pour les tilapias.

En Algérie, l'aquaculture connaît un grand essor en matière de production notamment la pisciculture intégrée à l'agriculture pour des espèces telles que le Tilapia. Malheureusement, de nombreux pisciculteurs ont remarqué que les aliments pour poisson ne sont pas efficaces et ne couvrent pas les besoins nutritionnels des poissons (Tilapias). C'est dans cette optique que s'inscrit notre présent travail, qui consiste à analyser quatre aliments destinés aux tilapias de stade juvénile et stade de finition afin de déterminer leurs compositions physico-chimiques et connaître leurs déficits.

Pour ce faire, notre étude est subdivisée en deux parties :

La partie bibliographique qui traite les généralités sur l'aquaculture et la pisciculture et l'alimentation et nutrition de tilapia ;

La partie expérimentale consiste à l'analyse physico-chimique des quatre aliments qui sera suivie par une conclusion et quelques recommandations.

Partie 01 :
Partie bibliographique

Chapitre 01 :

Généralités et historique sur l'aquaculture et pisciculture

L'aquaculture désigne les élevages tels que les poissons, les crustacés, mollusques et les cultures telles que les plantes aquatiques dans les environnements contrôlés. Et aussi elle est essentielle dans le domaine de la production alimentaire et la préservation des ressources aquatiques.

I. Généralités sur l'aquaculture et la pisciculture

A. L'aquaculture

L'aquaculture est une agriculture aquatique qui consiste à cultiver et à élever des organismes aquatiques (d'origine animale et végétale).

1. Définition de l'aquaculture

L'aquaculture est définie par la FAO (1997) comme suit : « l'aquaculture est l'élevage et la culture des organismes aquatiques, comprenant les poissons, mollusques, les crustacés et les plantes aquatiques. L'élevage implique une intervention quelconque dans le processus pour accroître la production, par exemple l'empeisonnement régulier, l'alimentation, la protection contre les prédateurs, etc. L'élevage implique aussi la propriété individuelle ou collective du stock exploité. A des fins statistiques, les organismes aquatiques qui sont récoltés par un individu ou une collectivité qui les a possédés pendant la période d'élevage contribuent à l'aquaculture, tandis que les organismes aquatiques qui sont exploitables par tous en tant que ressource commune, avec ou sans licence appropriée, constituent des pêches. »

Selon Barnabé (1989), le terme aquaculture recouvre toutes les activités qui ont pour objet la production, la transformation, le conditionnement et la commercialisation d'espèces aquatiques. Et selon le même auteur Barnabé (1991), l'aquaculture est l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques.

Pour Lacroix (2004), l'aquaculture est l'élevage et la culture des animaux et des plantes vivant en eaux marines et saumâtres.

2. Type d'aquaculture

Selon Fontaine et Lienhardt (2014), il existe trois types d'aquaculture :

- **L'aquaculture continentale** : généralement pratiquée en eau douce : cours d'eau, lacs, élevage hors sol, etc. ;
- **L'aquaculture en eau saumâtre** : estuaires, mangroves, marais côtiers, etc. ;
- **L'aquaculture marine** : estran, eaux côtières et hauturières.

3. Type d'élevage ou de culture

Selon Lacroix (2004), les catégories d'élevage aquacole sont les suivantes :

- Pisciculture : élevage des poissons
- Tilapiaculture : élevage de Tilapias (genres *Tilapia*, *Sarotherodon* et *Oreochromis*).
- Crevetticulture : élevage des crevettes ;
- Pénéiculture : élevage des crevettes Pénéïdes ;
- Ostréiculture : élevage des huîtres ;
- Carcinoculture : élevage des crustacés (crevettes et autres) ;
- Astaciculture : élevage des écrevisses ;
- Mytiliculture : élevage des moules ;
- Carpiculture : élevage des carpes (Europe, Madagascar, Asie) ;
- Rizipisciculture : élevage de poissons et culture de riz sur la même parcelle ;
- Azolaculture : culture de l'*Azola* (fougère aquatique), etc. ;
- Reptiliculture : élevage des reptiles (crocodiles et autres).

B. La pisciculture

1. Définition de la pisciculture

La pisciculture est un élevage d'un animal appelé « poisson ». Il est plus ou moins difficile selon l'espèce de poisson élever, la qualité physico-chimique et la quantité d'eau et le sol dans lequel on creuse les bassins (Arrignon, 1993)

En revanche, pour Lazard et Levêque (2009), la pisciculture est un élevage de poissons en milieu contrôlé et c'est une activité qui connaît un développement spectaculaire depuis trois décennies.

a) Objectifs de la pisciculture

L'objectif principal de la pisciculture n'est pas de remplacer la pêche mais de compléter ses apports en maintenant le niveau de consommation actuel, compte tenu de l'augmentation de la population mondiale. Toutefois, cet objectif doit être poursuivi dans le respect des contraintes environnementales, de la santé du consommateur et de la bioéthique (Fermon, 2006).

2. Types de pisciculture

Selon Lacroix (2004), on distingue quatre types de pisciculture :

- La pisciculture extensive ;
- La pisciculture semi-intensive ;
- La pisciculture intensive ;
- La pisciculture super-intensive.

a) Pisciculture extensive

Les élevages sont conduits sans fertilisants ni apports de nourriture et visent le maintien d'un équilibre écologique naturel et stable, mais dirigé au profit de l'homme.

L'un des principes est d'isoler des zones à haute productivité naturelle par des vannes, des claies ou des grilles permettant la pénétration des jeunes et empêchant la fuite des poissons plus gros.

Pour Lacroix (2004), Le rendement est de l'ordre de 100 à 150 kg/ ha/ an, parfois plus si la productivité naturelle des eaux est particulièrement élevée. Ce type de pisciculture est déjà pratiqué au Sénégal depuis des générations, tant dans le delta du fleuve Sénégal qu'en Casamance.

b) Pisciculture semi-intensive

Les élevages de poissons se font en zones fermées. Pour intensifier la production de poissons dans ces eaux naturelles, on fournit à ces poissons un supplément de nourriture.

On peut atteindre ainsi des rendements de 1,5 à 2,5 T/ ha/ an par fertilisation ou par nourrissage direct (Lacroix, (2004).

c) Pisciculture intensive

Selon le même auteur, dans ce cas, l'eau et l'alimentation sont contrôlées. En pisciculture intensive, on obtient fréquemment 5 à 10 T/ ha/ an en étang, 50 à 100 kg/ m³ /an en cage, même parfois plus de 20 kg/ m³ /mois.

d) Pisciculture super intensive

L'alimentation des poissons, on utilise des distributeurs qui se terminent par des tiges qui sont dans l'eau. Chaque fois que le poisson pousse la tige avec sa bouche, un peu de nourriture tombe dans l'eau à cet endroit. Les poissons apprennent très vite à se nourrir à la demande.

3. Le choix d'espèce

Selon Barnabé (1991), l'espèce est choisie en fonction de critères biologiques tels que la durée d'élevage, l'indice de transformation de l'aliment ingéré en biomasse de poisson, une croissance assez bonne et la rusticité de l'espèce.

II. Historique de l'aquaculture et de la pisciculture

A. Historique de l'aquaculture dans le monde

D'après Ferlin (1999), l'historique de l'aquaculture méditerranéenne provient d'une histoire ancienne et d'un développement qui a connu plusieurs étapes.

La première phase de ce développement place la méditerranée comme un des berceaux de l'aquaculture puisqu'elle se situe entre 1500 av. J.C. et 400 av. J.C. Elle concerne tout d'abord les espèces d'eau douce, capturées et maintenues en stabulation par les Egyptiens sur les rives du Nil en bassins en terre, pisciculture rudimentaire contemporaine des premières tentatives observées également en Chine et en Inde à la même époque. Les premières traces d'aménagements extensifs en eaux marines sont observées en Italie dès le V^{ème} siècle av. J.C., travail des étrusques, aboutissant quelques siècles plus tard à une pisciculture déjà plus avancée du temps des romains, avec l'apport de nourriture externe, à des individus capturés en eaux côtières et conservés en bassins. Enfin, c'est aussi au V^{ème} siècle av. J.C., qu'une forme rudimentaire de conchyliculture est apparue, en Grèce.

Toutes ces formes archaïques d'aquaculture visaient surtout un objectif : conserver et éventuellement faire grossir des produits de la mer, pour les mettre à disposition du consommateur au moment voulu.

Toujours selon le même auteur, la seconde phase est celle liée au développement de la valliculture italienne concomitant à celle de la pisciculture d'eau douce en Europe centrale. Ce développement, contrairement à celui observé dans les temps archéologiques, est lié non seulement à une demande de produits aquatiques (en forte croissance dans toute l'Europe dès le XV^{ème} siècle), mais aussi à la disponibilité de régions défavorisées difficilement utilisables par l'agriculture. On observe exactement les mêmes causes pour le développement de la pisciculture d'eau douce en Europe centrale, qui put disposer de tous les fonds de vallée inondables pour se développer.

Par contre, la valliculture et la gestion lagunaire furent le type d'aquaculture le plus exporté dans toutes la méditerranée, entre le XVI^{ème} et le XX^{ème} siècle : Croatie, Grèce, Turquie, Tunisie, Algérie, bénéficièrent de cette technologie, permettant, à une époque où la main

d'œuvre pour des travaux d'infrastructure n'était pas trop onéreuse, de valoriser un ensemble important de zones côtières.

La troisième phase observée en Méditerranée est celle du développement de la conchyliculture.

Cette activité est née ou plutôt ressuscitée non pas en Méditerranée, mais au début du XIX^{ème} siècle sur les côtes de l'Atlantique, avec de nouveau un objectif de valorisation de zones côtières en voie d'abandon, les anciennes salines marines concurrencées par les extractions de sel gemme terrestre et les productions beaucoup plus rentables de salines méditerranéennes. Ce n'est que vers le milieu du XIX^{ème} siècle que cette activité s'est déplacée vers les côtes méditerranéennes, en utilisant des techniques peut adaptées à des côtes sans marée : tables fixes ou radeaux. Les premières fermes conchylicoles s'établirent tout d'abord en Corse et à Thau en France ; à Naples et à Tarente en Italie, puis dans divers autres sites de Méditerranée occidentale et centrale au cours du XX^{ème} siècle (Côte de l'Adriatique italienne, croate et albanaise, lagunes de Tunisie, Algérie et Maroc, rade de Toulon en France). Ce développement était lié à celui de la consommation des coquillages dans les couches élevées et moyennes des pays européens (et surtout urbaine) dans la population européenne des pays du Maghreb.

Il fallut attendre les années 1970-1990, pour voir arriver une quatrième phase de développement, liée cette fois-ci à un investissement scientifique sans précédent, autant qu'à des mécanismes de financement externes (fonds nationaux, européens ou des pays du Golfe), qui a porté principalement sur l'élevage du poisson marin. Les trois pays européens de Méditerranée occidentale ont été les premiers à se doter dès les années 70 d'installations et de programmes de recherche-développement : CIVV puis SIRAP en Italie, station CNEXO de Palavas en France et Stations de Castellon ou Torre de la Sal en Espagne. Durant les années 80, grâce à des initiatives nationales et régionales (MEDRAP), la plupart des pays se dotèrent de stations de recherche en aquaculture marine, aboutissant à un véritable tissu régional, concrétisé par la mise en place des réseaux actuellement gérés par le CIHEAM et la CGPM.

Les financements dévolus à l'aquaculture ont connu une ère de croissance continue depuis le début des années 80 jusqu'en 1992-93. Crédits européens de la DG XIV - pêche) ou de la DG XVI (régions) pour les 5 pays du sud de l'Union européenne, Banques de développements des pays du Golfe pour la Tunisie, implication des domaines royaux au Maroc, prêts et dons de la Banque Mondiale pour l'Égypte, etc. ont apporté à l'aquaculture des ressources que la pêche aurait eu du mal à mobiliser.

Dans le domaine de la production, ce double apport de la recherche et du monde financier a abouti à un développement accéléré des installations. De quelques unités, en 1980,

les fermes de production de poissons marins sont passées à plusieurs dizaines sur le pourtour méditerranéen dans les années 90. Presque tous les pays de la région sont concernés, les quelques pays non encore pourvus d'installations de production (Syrie, Liban) ayant cependant des projets en cours d'étude (Ferlin, 2004).

B. Situation de l'aquaculture dans le monde

D'après Ferlin et Suche (2008), l'aquaculture à l'échelle mondiale a considérablement augmenté ses productions, passant de 2 000 000 de tonnes en 1960 à 63 000 000 de tonnes (incluant les algues) en 2005, ce qui représente 40% des apports totaux en produits aquatiques, mais plus de 50 % si l'on exclut ceux de la pêche minotière. Ces apports ont maintenant une valeur plus importante que les produits de la pêche. Elle augmente à un rythme très élevé par rapport aux autres productions animales (230 % entre 1990 et 2004, contre 88 % pour la volaille, 44 % pour le porc, 26 % pour les ovins et 17 % pour les bovins).

Par ailleurs, il y a une expansion croissante des systèmes, des espèces et des produits, qui répondent à la demande de la consommation qui vise à offrir davantage de choix, de praticité et de sécurité sanitaire. Sur les productions piscicoles, les espèces carnivores et omnivores sont plus nombreuses, en eaux douces comme en eaux marines, et le marché international est très ouvert (40 % des produits de la pêche et de l'aquaculture sont exportés, contre 12 % des produits animaux terrestres) (Ferlin et Suche, 2008).

Les mêmes auteurs attestent que la culture aquatique répond également aux nouvelles exigences des pays émergents qui consomment de plus en plus de produits aquatiques (la Chine consomme près de 30 kg/habitant/an en 2008, contre 15 kg/habitant/an dans les années 80). La pisciculture, grâce à son importance et à sa régularité, joue un rôle de plus en plus important dans les prix des produits aquatiques et se positionne davantage vers l'aval.

Par ailleurs, selon les mêmes auteurs, l'aquaculture connaît aussi des problèmes liés à sa croissance forte :

- ❖ Un accroissement des problèmes environnementaux ;
- ❖ Un développement de maladies encore peu contrôlées ;
- ❖ Un risque de banalisation des produits ;
- ❖ Une concurrence forte de pays à faibles coûts de main d'œuvre ;
- ❖ Une pression de plus en plus forte sur le prix des intrants, l'aquaculture étant devenue la première activité consommatrice de farines et d'huiles de poissons.

C. Historique de la pisciculture dans le monde

La pratique de la pisciculture est très ancienne. C'est probablement l'élevage aquacole le plus ancien. Déjà dans l'antiquité, les Egyptiens et les Romains élevaient les poissons. Depuis environ 2500 ans avant Jésus-Christ, les Chinois pratiquaient la carpiculture. En Europe, la pisciculture a été introduite par des moines au Moyen Age. En Amérique du Nord, la pratique piscicole s'est développée au début du vingtième siècle. En Afrique, c'est après la seconde guerre mondiale que des tentatives ont été faites pour l'introduire et la développer (Lacroix, 2004).

D. Historique de la pisciculture en Algérie

Les débuts de l'aquaculture en Algérie datent de plus d'un siècle. Différents centres de spécialisation ont été créés afin de superviser scientifiquement et techniquement ces opérations. Nous pouvons citer :

- Station aquacole de Castiglione ;
- l'Aquarium de Beni-Saf ;
- La station Océanographique du port d'Alger ;
- la station Hydro biologique du Mazafran.

D'après le biologiste français Novella, les premiers essais ont été effectués en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arzew, ce qui a marqué l'histoire de l'aquaculture en Algérie.

En Algérie, le développement de l'aquaculture a connu trois périodes historiques :

- Première période du XIX^{ème} siècle à 1962 ;
- Deuxième période de 1962 à 1993 ;
- Troisième période de 1993 à 2010.

Les premiers essais d'aquaculture remontent au milieu du XIX^{ème} siècle (Seurat, 1927), mais en 1921, elles étaient principalement axées sur la recherche et l'expérimentation universitaires, principalement sur les mollusques, la crevette, le mulot et la carpe.

- ✓ **Milieu du XIX^{ème} siècle** : Introduction de la carpe en Algérie ;
- ✓ **Fin du XIX^{ème} siècle** : Premiers inventaires de la faune et de la flore aquatique des plans dulcicoles et marins en Algérie.
- ✓ **1880** : - Premier essai d'acclimatation de la Truite par le colonel Didier ;
- Introduction de l'épinoche *Gasterosteus brachycentrus* dans des cours d'eau de la Mitidja par les colons (Gauvet, 1930).
- ✓ **1894** : Introduction de la carpe et de la tanche à El Goléa, en plein Sahara (Gauvet, 1930).
- ✓ **1939** : Empoisonnement des grands barrages réservoirs d'Algérie (Thevenin, 1948) ;

- ✓ **1948** : Empoisonnement des barrages réservoirs de l'Algérie (Thevenin, 1948) ;
- ✓ **1982** : Essai de planification du développement de l'aquaculture (FAO, 2018).

Selon Chalabi (1999), en raison de sa superficie, l'Algérie a été soumise à de nombreuses initiatives de planification aquacole, avec des documents datant d'avant le XIX^{ème} siècle (tableau 01), cependant, cela est devenu une réalité dans les pays du Maghreb depuis une vingtaine d'années.

Tableau 01 : Etapes saillantes de l'expérience algérienne en matière d'aquaculture (chalabi, 1999).

Période	Caractéristiques
Fin du XIX ^{ème} Siècle	Premiers inventaires de la faune et flore aquatique des plans dulcicoles et marins algériens ;
	Immigration de plusieurs familles de Bretons chargées de développer l'ostréiculture en Algérie ;
Début du XX ^{ème} Siècle	Concession accordée sur la lagune d'eau saumâtre du Lac Mellah (frontière tunisienne) à un colon d'origine italienne ; premiers aménagements de pièges fixes (bordigues) et embryon de gestion des populations piscicole marines migrantes ;
/	Création de la Station d'Aquiculture et de Pêche de Castiglione (devenue depuis Bou Ismail), où d'illustres scientifiques se sont distingués (Boutan, Dieuzeide, Roland, Rose et autres). Diffusion à partir de 1926 d'un bulletin semestriel de rayonnement international ;
1936	Premiers essais d'acclimatation de la truite arc-en-ciel <i>Salmo gairdneri</i> au barrage du Ghrib (wilaya de Médéa) à partir d'œufs fécondés et de larves importées ;
1938	Premiers résultats de croissance de truite arc-en-ciel <i>Salmo gairdneri</i> introduite au barrage du Ghrib (wilaya de Médéa) ;
Années 50	Construction de la station hydrobiologique du Mazafran (périphérie d'Alger) ; Wilaya de Tipaza, où a travaillé notamment ARRIGNON ;
Fin des années 60, début des années 70	Missions scientifiques de divers pays, expériences multiples, notamment en collaboration avec la Chine pour la maîtrise des cycles de reproduction et de croissance de plusieurs espèces de carpes chinoises ;

/	Valorisation des sites hydriques de la région d'El Kala comprenant le Lac Mellah (eau saumâtre), le Lac Tonga (eau saumâtre, pêche d'anguilles vertes) et Lac Oubeira (eau douce, pêche de l'anguille et de mulets) ;
/	Projet d'une éclosérie de loups de mer (<i>Dicentrarchus labrax</i>) sur le Lac Mellah ;
1985 – 1986	Importation d'alevins et de géniteurs de phytophage et carnassiers dulcicoles pour le repeuplement de barrages et sites hydriques ;
1987	Importation d'alevins et de géniteurs de phytophages et carnassiers dulcicoles pour le repeuplement de barrages et sites hydriques.

E. Situation de l'aquaculture dans la wilaya de Tizi-Ouzou

1. Pêche professionnelle

La pêche professionnelle est une activité économique et essentielle qui fournit une source vitale de nourriture et de moyens de subsistance à des millions de personnes à travers le monde.

D'après la direction de la pêche et de l'aquaculture de Tizi-Ouzou (2024), la pêche a subi une évolution comme indiquée par la figure qui suit (figure 01).

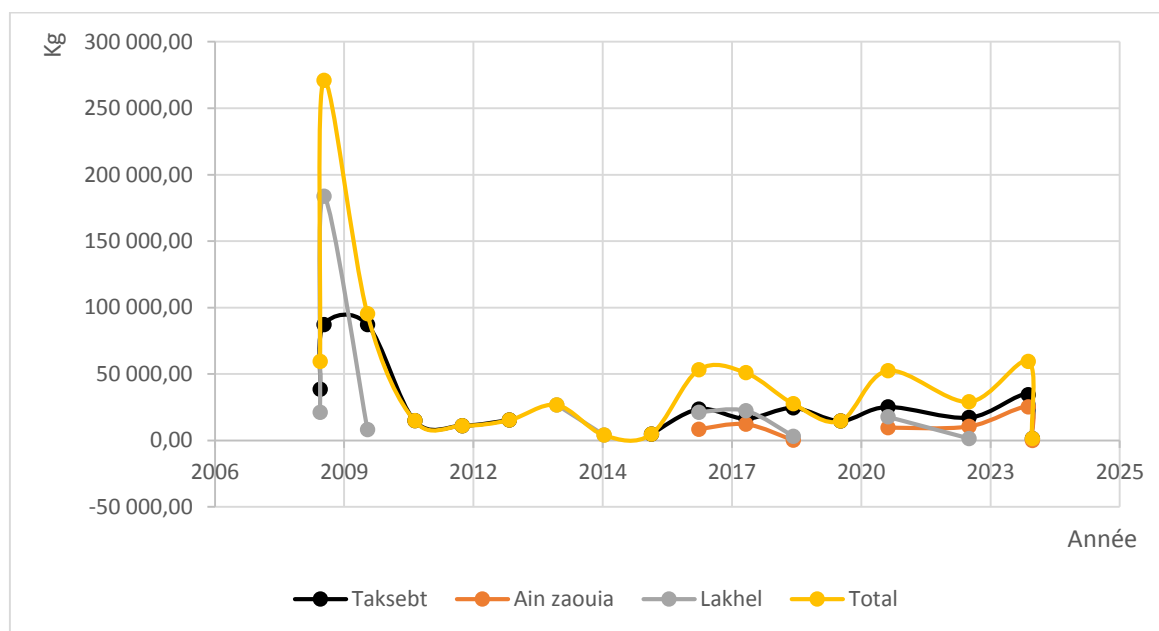


Figure 01 : Evolution de la pêche professionnelle dans la wilaya de Tizi Ouzou (2008/ 2024).

Sur la figure il apparaît que la pêche professionnelle au niveau du barrage de Taksebt a atteint son maximum de production de près de 100 000 kg en 2010 et le minimum entre 2011

et 2015. Entre 2016 et 2023 elle a subi des fluctuations allant de 4 000 kg en 2016 à 34 000 kg en 2023.

Au niveau de barrage Ain Zaouia a atteint son maximum de production près de 25 000 Kg en 2023.

Au niveau de barrage Lekhel a atteint son maximum de production près de 200 000 Kg en 2008, et le minimum près de 8 000 Kg en 2010.

2. Pêche récréative

La pêche récréative est une activité populaire pratiquée par des millions de personnes à travers le monde. Contrairement à la pêche commerciale, qui vise principalement à la capture de poissons à des fins commerciales, la pêche récréative est pratiquée pour le plaisir.

D'après la direction de la pêche et de l'aquaculture de Tizi-Ouzou (2024), la pêche a récréative subi une évolution comme indiquée par la figure qui suit (figure 02).

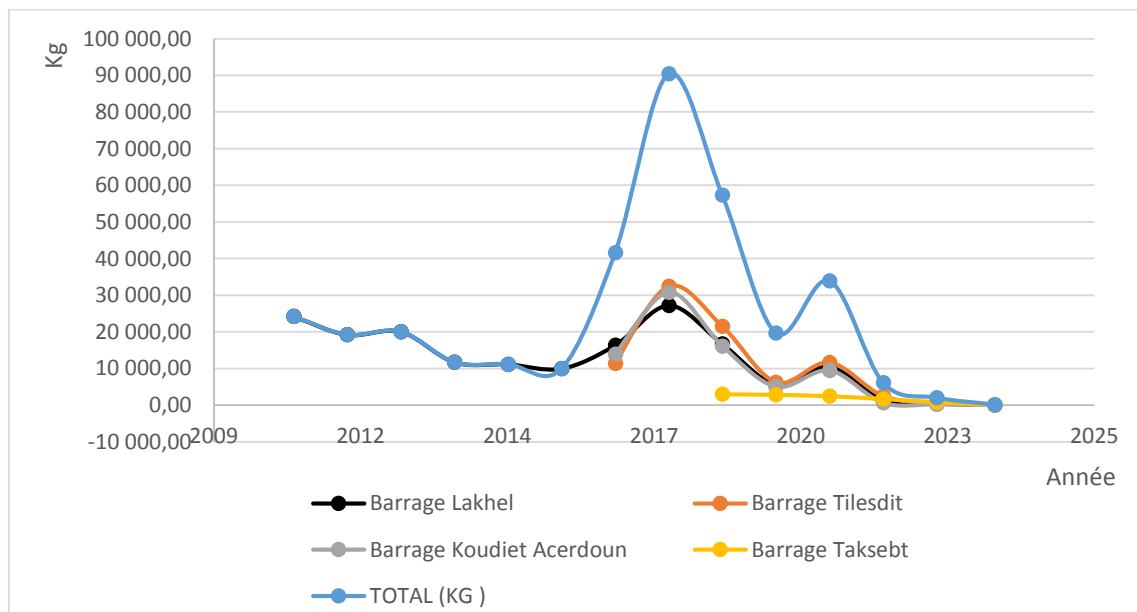


Figure 02 : Evolution de Pêche récréative dans la wilaya de Tizi Ouzou (2008/ 2024).

Sur la figure il apparaît que la pêche récréative au niveau du barrage de Lekhel a atteint son maximum de production de près de 30 000 kg en 2018 et le minimum près de 400 Kg en 2023.

Au niveau de barrage Tilesdit a atteint son maximum près de 30 000 en 2018.

Au niveau de barrage de koudiet Acerdoune a atteint son maximum près de 30 000 Kg en 2018.

Au niveau de barrage de Taksebt a atteint son maximum près de 3 000 Kg en 2019.

Chapitre 02 :
Alimentation et nutrition de
Tilapia

Le tilapia est une espèce de poissons d'eau douce de la famille des cichlides, qui compte une centaine d'espèces. Il y a plus de 3 000 ans, les Égyptiens conservaient déjà des tilapias dans des étangs et des bassins. Différentes espèces sont vendues en Europe, dont *Oreochromis niloticus*, la plus répandue et la plus appréciée de toutes. De nombreux hybrides sont également connus sous le nom de « tilapias rouges » (Kullander, 2003).

I. Généralités sur le tilapia

Après la carpe, les tilapias représentent le deuxième groupe le plus important de poisson d'élevage dans le monde. Ceux-ci constituent la base de nombreux pisciculteurs qui manquent de ressources (Eknath *et al.*, 1993)

Selon la FAO (2018), l'hybride de tilapia rouge, comme toutes les espèces du même ordre *Oreochromis*, est l'une des espèces les plus importantes élevées aujourd'hui dans les eaux douces tropicales et subtropicales, élevée toute l'année, en circuit ouvert ou fermé dans de nombreuses régions du monde, dont la croissance rapide, l'adaptation à des écosystèmes divers et la chair délicieuse en font un excellent candidat pour l'aquaculture.

A. Historique du tilapia

La culture du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) remonte à l'antiquité égyptienne. Elle est représentée par des poissons tenus dans des étangs ornementaux sur un bas-relief d'une tombe égyptienne remontant à 4000 ans. Tandis que la plus importante distribution mondiale des tilapias, notamment *Oreochromis mossambicus*, était réalisée pendant les années 40 et 50, la grande distribution du tilapia du Nil, le plus apprécié, a eu lieu entre les années 60 et 80. Le tilapia du Nil produit au Japon a été introduit en Thaïlande en 1965, et de la Thaïlande il a été envoyé aux Philippines. Le tilapia du Nil de la Côte d'Ivoire a été introduit au Brésil en 1971, et du Brésil il a été expédié aux États-Unis d'Amérique en 1974. En 1978, il a été introduit en Chine, qui se trouve au sommet des principaux producteurs mondiaux du tilapia avec une production qui a dépassé la moitié de la production globale entre 1992 et 2003 (FAO, 2024).

B. Caractère morphologique du tilapia

Le corps de tilapia rouge est comprimé, d'une couleur grise, rose ou rouge-orange et parfois avec des taches grises sur la poitrine. Le tilapia rouge présente des caractéristiques morphologiques (forme du museau, largeur de la bouche, longueur de la tête...) entre les espèces utilisées dans ce croisement (Moralee *et al.*, 2000).

Selon Skelton (2002), en générale, le corps est comprimé latéralement, ovale et allongé, mais il peut varier selon l'entourage. Elle est interrompue par une ligne latérale avec 30 à 34 écailles cycloïdes. La bouche est centrale, le limbe inférieure présente un premier arc branchial comprennent 20 à 26 branchiospines. Il possède de 30 à 32 vertèbres. La nageoire caudale est ornée de 7 à 12 lignes noires clairement présents. Au frais, les mâles sont rougeâtres sur la tête, la partie inférieure de corps, la nageoire dorsale et la nageoire caudale. La nageoire caudale est tronquée. Le mâle possède des papilles génitales courtes et conique. Des séries de 3 à 7 dents sont présentes sur les mâchoires dont le nombre dépend de la taille de poisson. Chez les adultes les dents, sont bicuspidés à l'extrémité et à la base, elles sont grosses et tronquées obliquement avec des cuspides. La partie inférieure de la pharyngale est ouverte de dents solides dans une zone dentaire approximativement triangulaire. La nageoire caudale présente des bandes régulières et bien définies, la nageoire dorsale est sombre. La teinte corporelle varie on fonction des éléments environnementaux, physiologiques et alimentaires (Figure 05).



Figure 03 : Photo originale de tilapia du Nil à Yesser.

D'après Leveque et Paugy (1984), le tilapia est distingué par :

- Un corps écaillé imbriqué ;
- Un œil de chaque côté ;
- Deux nageoires ventrales ;
- Une seule nageoire dorsale à rayon antérieurs et épineux ;
- Trois épines à la nageoire anale ;
- Une seule narine de chaque côté.

Par rapport à la dimension, il est difficile de la donner exactes pour chaque stade de développement du tilapia. Cependant, on peut généralement distinguer les stades suivants :

- **Œuf** : Les œufs de tilapia sont très petits, mesurant généralement quelques millimètres.
- **Larve** : Les larves sont encore plus petites que les œufs et ont une forme allongée.
- **Alevins** : Les alevins sont de jeunes tilapias qui commencent à ressembler aux adultes en miniature.
- **Juvéniles** : Les juvéniles sont des tilapias en croissance, qui ont atteint une taille plus importante.
- **Adultes** : Les adultes sont des tilapias matures, ayant atteint leur taille maximale.

C. Les besoins nutritionnels des tilapias

La domestication des animaux et naturellement des poissons passe par la détermination de leurs besoins nutritionnels et la couverture de ces besoins avec des aliments élaborés contenant des ingrédients divers et ceci à un moindre coût. Cette alimentation doit aussi assurer la bonne croissance, la bonne santé, le bien-être physiologique, la qualité de la chair et de faibles impacts sur l'environnement. Par ses principes généraux, la nutrition des poissons ne diffère pas de celle des vertébrés terrestres, mais les poissons présentent cependant de nombreuses particularités nutritionnelles ou physiologiques (début de vie à l'état de larves qui sont très petites particulièrement chez les poissons marins), du caractère ectotherme (absence de thermorégulation) et ammoniotélique (excrétion des déchets azotés préférentiellement sous forme d'ammoniaque), des propriétés du milieu aquatique lui-même (flottaison, présence de minéraux dans l'eau), ainsi que de la nature des nutriments présents dans ce milieu (abondance des protéines, rareté des glucides) (Burel, 2017).

1. Besoins en protéines

Les besoins en protéines alimentaires chez les poissons en général et chez le tilapia (*O. niloticus*) varient en fonction de l'âge et de la taille du poisson, de la source de protéines, de la qualité de l'eau et des conditions d'élevage. Par exemple, diverses recherches montrent que pour obtenir des performances optimales pendant les stades larvaires, les besoins en protéines sont assez élevés (50%) dans l'alimentation, mais ils diminuent lorsque la taille du poisson augmente. Pour des performances optimales, les juvéniles nécessitent entre 30 et 40%, tandis que les adultes nécessitent entre 20 et 30% (Siddiqui *et al.*, 1988).

2. Besoins en hydrates de carbones

L'alimentation de poissons est peu riche en composés carbonatés. Généralement, ces molécules ont pour fonction de lier les granulés, en particulier avec la cellulose. L'amidon (sucres lents d'origine végétale) est présent dans les aliments pour la carpe ou le tilapia (Craig *et al.*, 2017).

Selon Stickney *et al.* (1979), l'hydrates de carbone favorise des croissances à l'avantage des poissons d'élevage. En outre, la présence de matières végétales dans un aquarium contribue au bien-être des poissons. Les quelques recherches qui ont examiné les besoins d'*O. Niloticus* en hydrates de carbone suggèrent que ces derniers pourraient représenter des réserves importantes de protéines. Cependant, cela ne signifie pas que les fibres (polysaccharides complexes principalement composés de celluloses) ne sont pas utilisables chez *O. Niloticus* car ce dernier ne possède pas de cellulases.

3. Besoin en lipides

La première source d'énergie est les lipides. Les lipides ont une énergie brute de 9,1 kcal/g, ce qui est deux fois plus élevé que les protéines (5,5 kcal/g) ou les hydrates de carbone (4,1 kcal/g) (Jauncey and Ross, 1982). Cependant, il semble que les tilapias ne consomment pas de quantités élevées de lipides (tableau 02). Comme les cyprinidés. Il est possible que cette utilisation limitée soit causée par un manque d'enzymes (comme les lipases) et/ou par un mécanisme d'absorption déficient. Certains acides gras essentiels sont également obtenus à partir des lipides (New, 1987).

Tableau 02 : Besoins alimentaires en protéines et lipides chez les tilapias (Jauncey and Ross, 1982).

Nutriments	<0,5g	0,5 – 10g	10 – 35g	35g – taille marchande	Géniteurs
Protéines brutes (%)	50	35 - 40	30 – 35	25 -30	30
Lipides brutes (%)	10	10	6 - 10	6	8

4. Les besoins en vitamine et minéraux

D'après Louis *et al.* (2000), les besoins en vitamines sont probablement similaires à ceux déterminés pour d'autres espaces aquatiques. Certains aliments enrichis renferment un complément vitaminé et minéral connu sous le nom de prémix. Cependant, il est important de noter que la vitamine B12 peut être produite dans l'intestin d'*O. Niloticus*, ce qui signifie qu'il n'est pas nécessaire de l'inclure dans le régime alimentaire.

II. Alimentation et nutrition de tilapia

Les poissons, avec leur grande diversité, offrent des régimes alimentaires aussi divers. De l'herbivore tranquille au redoutable carnivore, leurs besoins en nutriments varient considérablement selon leur espèce, leur milieu et leur stade de survie.

A. Définitions

1. Alimentation

L'alimentation représente une part importante du coût de production des poisson, l'intérêt économique dépend la disponibilité et le coût d'aliment (Tacon, 1996).

La croissance de l'aquaculture rencontre de multiples obstacles, dont la disponibilité limitée d'aliments de qualité à moindre coûts (FAO, 2008)

2. Nutrition

C'est l'action de se nourrir et aussi est un ensemble des processus assurant la fourniture à l'organisme de l'énergie et des nutriments nécessaires aux processus vitaux.

La nutrition s'intéresse aux nutriments (et à l'énergie) comme l'alimentation s'intéresse à l'aliment. Le nutriment et l'intermédiaire entre l'aliment et le métabolite (Guillaume *et al.*, 1999).

B. Importance de l'alimentation

L'alimentation est essentielle pour la survie, la croissance, la santé et la reproduction des poissons. Une alimentation appropriée leur apporte les nutriments nécessaires.

Selon Yossa (2020), l'importance de l'alimentation réside dans :

- ✓ Complément de l'aliment naturel ;
- ✓ Augmentation de la productivité de la ferme ;
- ✓ Prédicibilité de la production ;
- ✓ Réduction du cycle de production ;
- ✓ Amélioration de la santé des poissons ;
- ✓ Possibilité de fortification nutritionnelle.

C. Historique de l'alimentation de tilapia

Les juvéniles et les jeunes poissons sont omnivores. Ils se nourrissent principalement de zooplancton et de faune benthique mais ingèrent aussi des détritiques et s'alimentent de phytoplancton. Lorsqu'ils atteignent environ 6 cm de longueur totale, les tilapias du Nil deviennent essentiellement herbivores et se nourrissent surtout de phytoplancton en utilisant le mécanisme d'absorption de leurs muqueuses et leurs dents pharyngales (Moriarty et Moriarty,

1973; Moriarty *et al.*, 1973). Le pH de leur estomac varie selon son niveau de remplissage. Quand il est plein, il peut baisser à 1,4, de façon à ce que la lyse des algues vertes et bleues ainsi que celle des diatomées soient facilitées (Moriarty, 1973). La digestion enzymatique a lieu dans l'intestin, dont le pH augmente progressivement pour passer de 5,5 à la sortie de l'estomac à 8 à proximité de l'anus. Le tilapia du Nil présente un mode d'alimentation diurne. L'ingestion a lieu pendant la journée alors que la digestion se déroule principalement la nuit (Trewavas, 1983). La longueur du système digestif du tilapia du Nil correspond au moins à six fois la longueur totale du poisson et fournit de ce fait une surface importante pour la digestion et l'absorption des nutriments de son alimentation, qui est principalement d'origine végétale (Opuszynski et Shireman, 1995).

D. Matières premières et les additifs utilisés dans l'alimentation des poissons (tilapia)

Selon Guillaume *et al.*, (1999), Les diverses matières premières utilisées pour la fabrication des aliments destinés au poisson peuvent être classées de plusieurs manières selon que l'on se réfère à leur origine, à leur composition, à certaines propriétés nutritionnelles ou physico-chimique, à des critères économiques. Une matière première est généralement un aliment en soi c'est-à-dire une source de nutriments. Certains ingrédients sont utilisés dans le but non pas rendre la formule mieux équilibrée, mais de lui conférer des propriétés particulières :

- Meilleure appétibilité ;
- Couleur attrayante ;
- Stabilité dans l'eau.

1. Matières premières d'origine animale

a) Farine de poisson et autres produits d'origine marine

Ces farines constituent des sources de protéines bien adaptées aux poissons car riche ou très riche en AAI dont le profil correspond remarquablement aux besoins des vertébrés et en particulier à ceux des poissons. Les huiles contenues dans ces produits sont une excellente source d'énergie et ont une teneur élevée en acide gras. Ces matières premières sont également de très bonne source des minéraux essentiels et de vitamines. Elles apportent souvent aussi des caroténoïdes (Guillaume *et al.*, 1999).

b) Farines animales d'origine terrestre**(1) Farine de viande**

D'après Guillaume *et al.*, (1999), les farines de viande sont fabriquées à partir de déchets d'abattoir et de boucherie. La qualité des farines de viande est très variable et souvent limitée par l'excès des minéraux, la teneur en cendre pouvant atteindre 35% dans les farines de viande osseuses. Dans les meilleures car elles contiennent de 45 à 60% de protéines d'assez bonne valeur biologique quoique les acides aminés soufrés y soient limitants.

(2) Farine de creton

Ce sont des farines de collagène, résidu de la fabrication de suif ou de saindoux. La teneur en protéines est élevée (70 à 80 %) avec un profil en AAI.

(3) Farine de plumes hydrolysées

Ce sont des farines issues des abattoirs de volaille qui contiennent surtout de la kératine cette protéine totalement indigestible à l'état natif, est hydrolysée par un traitement hygrothermique puissant. Les teneurs en protéines de ces farines sont élevées (80 à 85%) mais leur valeur biologique est très faible par suite de la pauvreté extrême en méthionine, en lysine et en histidine. La teneur en cystine est par contre élevée.

(4) Farine de déchets de volaille

Ce sont des farines de déchets comprenant sang et viscères, qui constituent une sorte de farine de viande de composition variable mais très utilisée dans certains pays, la teneur en AAI étant intéressante pour les mélanges avec des produits végétaux.

(5) Farines de sang

Elles sont obtenues par déshydratation du sang d'abattoir. Leur niveau protéique est élevé (85%) mais leur valeur biologique est assez faible.

(6) Autre farine

En laboratoire on utilise parfois d'autres sources protéiques d'origine animale, en général purifiées, comme la caséine, la gélatine, la poudre de lait ou le lactosérum.

2. Matières premières d'origine végétale**a) Les sources protéiques végétales : composition et stratégies d'utilisation**

Selon Médale *et al.* (2013), la base de leur composition et de leur disponibilité sur le marché, les produits végétaux les plus utilisés sont issus d'oléagineux (soja, colza, tournesol), de céréales (maïs, blé) et de protéagineux (lupins, pois). La démarche a consisté à les tester

individuellement en les incorporant à différentes doses dans les aliments pour les poissons en phase de grossissement en remplacement de la farine de poisson.

(1) Le taux protéique et le profil en acides aminés

Selon le même auteur, le taux protéique des matières premières végétales est faible en comparaison de celui de la farine de poisson 26% pour le pois, 41% pour le tourteau de colza, 48 à 55% pour le tourteau de soja contre 65 à 72% dans les farines de poisson. Afin de satisfaire les besoins en protéines des poissons, on a recours à des concentrés protéiques tels que les glutens de blé et de maïs ou les concentrés de soja et de colza mais ces produits sont onéreux, c'est pourquoi ils ne constituent qu'une partie de l'apport protéique de la ration.

(2) Les glucides

Les produits issus des végétaux terrestres contiennent des taux élevés de glucides. Certains, comme les farines de céréales et le pois sont riches en amidon, d'autres, comme les tourteaux de soja, de colza et le lupin sont riches en glucides membranaires complexes (pectines, hémicellulose, cellulose, lignine). Les concentrés protéiques en sont exempts mais leur coût limite leur utilisation.

(3) Les facteurs antinutritionnels

Les végétaux contiennent des substances de diverse nature qui peuvent perturber l'absorption des nutriments et le métabolisme des animaux, affectant leur croissance et par fois leur santé. Les principaux facteurs antinutritionnels ou ANF « antinutritional factor » sont présents dans les produits végétaux utilisés en alimentation aquacole. Souvent, les mécanismes responsables des effets observés ne sont pas élucidés et des interactions entre différentes substances sont soupçonnées. C'est l'hypothèse avancée pour expliquer les sévères entérites provoquées par des aliments riches en soja chez le saumon (Médale *et al.*, 2013).

(4) Le taux de lipides et la composition en acides gras

Les produits végétaux utilisés comme substituts à la farine de poisson ont des teneurs en lipides faibles, à l'exception du lupin. Parmi les lipides résiduels contenus dans la farine de poisson, on trouve des phospholipides et du cholestérol. Les teneurs en phospholipides dans les produits végétaux est très faible ; seul le tourteau de soja non délipidé en contient des quantités appréciables. Dans les aliments aquacoles à base de végétaux, les phospholipides sont le plus souvent apportés sous forme de lécithine de soja. Le cholestérol, stérol prédominant chez les animaux incluant les poissons, représente moins de 5% des stérols totaux chez les végétaux. Au contraire les plantes contiennent des phytostérols dont les effets sur le métabolisme des poissons

ne sont pas encore complètement connus et qui peuvent affecter la reproduction de certaines espèces.

3. Additifs alimentaires

a) Importance des additifs pour l'alimentation animale

Selon Yadav *et al.* (2021), l'importance des additifs alimentaires sont :

- Les additifs alimentaires sont utilisés pour leur importance dans l'alimentation des poissons et leurs effets sur la stabilité et la texture de l'alimentation des poissons ;
- Les additifs alimentaires, par exemple les pigments augmentent la valeur économique et nutritionnelle du poisson ;
- Les additifs augmentent la croissance des poissons, l'indice de consommation, l'indice d'efficacité protéique et la croissance spécifique ;
- Les additifs alimentaires ont également une activité antimicrobienne, des effets antioxydants et améliorent la qualité des aliments. Des effets antioxydants, ils améliorent l'appétence de l'aliment l'appétence des aliments, améliorent les fonctions intestinales.

b) Additifs essentiels

Selon le même auteur, les additifs essentiels sont ajoutés en petites quantités pour améliorer l'équilibre nutritionnel de la formule et favoriser une croissance saine. Leur absence prolongée dans les aliments peut provoquer des maladies de carence. Ex. Vitamines, minéraux, etc

(1) Vitamines

Les vitamines jouent un rôle essentiel en tant que composants alimentaires et contribuent à de nombreuses réactions métaboliques biochimiques du corps animal.

La recherche sur les additifs alimentaires tels que les pré-mélanges de vitamines se concentre sur la présence de formes constantes de vitamines dans leur composition. Il s'agit d'un mélange de formes constantes de vitamines essentielles mélangées à l'alimentation de base. Les vitamines indispensables sont ajoutées à la nourriture de base. Les pré-mélanges de vitamines ne contiennent pas de chlorure de choline, car il a été prouvé qu'il altère la stabilité des autres vitamines.

Les minéraux sont les éléments organiques, calcium, phosphore, sodium, potassium, fer, manganèse, magnésium, cuivre, chlorure, l'iode, le cobalt et le zinc sont essentiels à l'alimentation. Leur insuffisance provoque des maladies de carence. Les oligo-éléments tels que le cuivre, le zinc, le cobalt, l'iode et le manganèse, lorsqu'ils sont ajoutés au régime alimentaire, ils améliorent la croissance. Le calcium et le phosphore se trouvent dans les os et l'exosquelette.

Le sodium, le potassium, le magnésium et le chlorure sont associés à l'osmorégulation. Le magnésium, le manganèse et le zinc sont des cofacteurs d'enzymes métaboliques.

(2) Les huiles de poisson

Les huiles de poisson telles que l'huile de foie de morue, l'huile de sardine, l'huile de calmar et l'huile de palourde sont riches en AGPI. L'huile de poisson est ajoutée à hauteur de 2 à 3 pour cent dans les aliments pour améliorer la croissance et le taux de conversion alimentaire. Les huiles fournissent de l'énergie alimentaire ainsi que des acides gras essentiels pour les animaux aquatiques (Yadav *et al.*, 2021).

(3) Acides gras

Les acides gras hautement insaturés tels que l'acide eicosatétraénoïque et l'acide docosahexaénoïque peuvent être ajoutés à hauteur de 1 % pour améliorer la croissance.

(4) Phospholipides

Les phospholipides tels que la phosphatidylcholine dans le régime alimentaire, sont essentiels à la croissance et à la survie des poissons. L'ajout de 1-2 pour cent de lécithine de soja dans l'alimentation favorise une croissance plus rapide et améliore l'indice de conversion alimentaire et l'indice de consommation. Les phospholipides sont physiologiquement importants dans le transport des lipides dans le corps (Yadav *et al.*, 2021).

(5) Cholestérol

Le cholestérol joue un rôle essentiel en termes de nutrition dans le régime alimentaire parmi les stéroïdes. La présence d'un taux de cholestérol de 0,1 à 0,5 % dans l'alimentation favorise la croissance et la survie des individus. La farine de déchets de têtes de crevettes contient du cholestérol.

(6) Additifs favorisant la croissance mais non essentiels

D'après Yadav *et al.* (2021), on utilise des additifs tels que des matières provenant de plantes et d'animaux, des protéines unicellulaires et certaines substances synthétiques (les antibiotiques, les médicaments). Les cellules sont utilisées dans les aliments pour animaux pour favoriser une croissance plus rapide et plus importante. Dans les aliments pour animaux, on utilise des additifs pour accélérer la croissance et accroître la production. Si ces aliments ne sont pas intégrés, ils ne causeront pas de maladie de carence. D'autre part, ils présentent des avantages lorsqu'ils sont intégrés aux aliments. Ceux-ci sont des stimulants de développement et des attractifs.

(7) Antibiotiques

Selon le même auteur, les antibiotiques ont généralement un effet stimulateur sur la croissance des jeunes animaux plutôt que sur celle des adultes. Les aliments contenant des protéines végétales présentent une réponse favorable aux antibiotiques. Ils diminuent ou éliminent les pathogènes, les bactéries qui génèrent des toxines qui entravent la croissance, et favorisent la croissance des micro-organismes bénéfiques (qui fabriquent les éléments nutritifs), diminuent les micro-organismes qui rivalisent avec l'hôte pour les nutriments et ils améliorent l'absorption de l'intestin.

(8) Médicaments

Des médicaments tels que les arsenicaux et les sulfamides sont ajoutés à l'alimentation pour améliorer la croissance. L'acide 3-nitro-4-hydroxy phényl arsenic l'acide para-amino-phényl arsenic et son sel de sodium sont les arsenicaux utilisés à cette fin. Parmi les sulfamides médicaments, les sulfanamides sont utilisés. Les médicaments agissent comme toniques pour les animaux qui contribuent au bien-être général et à l'apparence. Le mode d'action exact de ces médicaments n'est pas connu, mais leurs fonctions semblent être similaires à celles des antibiotiques.

(9) Hormones

Pour Yadav *et al.* (2021), diverses hormones naturelles et synthétiques ont été utilisées dans l'aquaculture depuis des siècles pour :

- Induire le frai ;
- Inversion du sexe ;
- Production d'une population monosexue ;
- Amélioration de la croissance.

Les hormones qui favorisent la croissance des poissons comprennent l'hormone de croissance, l'hormone thyroïdienne, la gonadotrophine, la prolactine, l'insuline et différents stéroïdes. Hormones stéroïdiennes les androgènes, œstrogènes et progestatifs

(10) Enzymes

Les enzymes contribuent à améliorer la digestion des aliments chez les poissons. Et qui ne sont pas capables de digérer efficacement. On utilise aussi les enzymes pour digérer les glucides complexes, le collagène de la peau et des os, ainsi que d'autres composants de l'alimentation. En général, les enzymes sont dégradées à des températures supérieures à 65°C. Les enzymes supplémentaires sont fournies. Après la granulation, les suppléments

enzymatiques sont donc couramment utilisés dans les aliments pour animaux Yadav *et al.* (2021).

(11) Probiotiques

Selon le même auteur, les probiotiques sont des suppléments alimentaires contenant des micro-organismes vivants qui favorisent la croissance des poissons en influençant la flore microbienne de l'intestin. Les probiotiques peuvent être composés d'une espèce unique de micro-organismes ou d'un mélange de différentes espèces. Le supplément contient des espèces de micro-organismes qui colonisent l'intestin, ainsi que des espèces de micro-organismes nuisibles. En évitant de gaspiller de l'énergie métabolique, les poissons peuvent lutter contre les effets des organismes nuisibles. Il est nécessaire d'incorporer les probiotiques dans les aliments après la granulation.

(12) Colorants alimentaires

On retrouve plus de 300 pigments dans différentes plantes et animaux. Certains composés naturels ou synthétiques contiennent des caroténoïdes et des astaxanthines. Les pigments les plus importants comprennent la xanthophylle et les caroténoïdes. La majorité des xanthophylles sont présentes dans les plantes et les pigments caroténoïdes dans les crustacés et les poissons. Il a été observé que ces pigments amélioreraient la croissance et la survie des poissons et ils ont pour principale fonction de garantir une coloration des espèces cultivées (Yadav *et al.*, 2021).

III. Formulation préparation d'aliment

Les aliments formulés de très bonne qualité sont utilisés pour obtenir des rendements élevés et des poissons de grande taille en peu de temps (d'un poids de 600 à 900 g). Dans les étangs seulement fertilisés, on obtient en général des tilapias du Nil dont le poids maximal est inférieur à 250 g au bout de cinq mois de grossissement. La principale fonction des aliments formulés est de répondre aux besoins de l'espèce en protéines et en acides aminés essentiels (Dey, 2001).

Selon la FAO (2024), le niveau maximum de chaque ingrédient dans l'alimentation formulée dépend de plusieurs facteurs :

- Niveau protéique du régime ;
- Mode de transformation de l'ingrédient alimentaire ;
- Phase de vie du poisson ;
- Prix et disponibilité de l'ingrédient, etc.

Par ailleurs, le régime alimentaire du tilapia du Nil dépend de sa taille. Sa composition immédiate type se décline dans le tableau qui suit :

Tableau 03 : le régime alimentaire du tilapia du Nil dépend de sa taille (FAO, 2024) :

Composition immédiate (%)	Alvines	Juvénile	Grossissement	Finition	Géniteurs
Taille de poisson	<10g	10 – 30g	>30g	>300g	>300g
Humidité	<10	<10	<10	<10	<10
Protéines brutes	40 – 50	28 -35	25 – 30	20 - 25	>40
Lipides brutes	6 – 13	6 – 13	4 – 12	4 – 12	>6
Fibres brutes	<4	<8	<8	<8	<10
Cendres	<16	<16	<16	<16	<16
Glucides	>25	>25	>25	>25	>25

Selon la FAO (2024), les aliments industriels pour tilapia sont généralement de trois ou quatre types différents. Leurs caractéristiques nutritionnelles dépendent du stade de vie ou de la taille des poissons. Il s'agit d'aliments pour la première étape d'alevinage, pour les alevins, pour le grossissement, pour l'étape de finalisation et pour les reproducteurs. Pour le Charoen Pokphand Group, un des plus grands fabricants industriels d'aliments pour animaux, les aliments pour tilapia (utilisés dans de nombreux pays asiatiques) contiennent 35 à 40 % de protéines pour les poissons de moins de 10 g et 20 à 28 % de protéines pour les poissons de plus de 300 g.

A. Formule d'aliment pour tilapia

La composition et la formulation des aliments industriels pour tilapia sont généralement la propriété du fabricant. Les aliments pour tilapia contiennent par exemple les ingrédients suivants : maïs, farine de soja, farine de poisson, farine de sous-produits de volaille, levure de bière, gluten de maïs, son de riz, farine de coco, graine de houblon, recouette, mélasse, huile végétale, sel, chaux, phosphate de calcium, éthoxyquine, L-lysine, DL-méthionine, liants, inhibiteur de moisissures, virginiamycine (FAO, 2024).

Un exemple de formule d'aliment (tableau 04) pour le tilapia a été fournie par Yossa (2020).

Tableau 04 : Exemple de formule d'aliment pour tilapia (Yossa, 2020)

Ingrédient	Incorporation (%)
Farine de poisson (70%)	15
Gluten	8
Farine de soja (48%)	20,9
Maïs (7,5%)	29,8
Son de blé	16
Farine de sagou	2
Huile de palme	1
Huile de poisson	1,5
Phosphate de calcium	2
Pré-mélange minérale	2
Vitamine c	0,15
Pré-mélange vitamine	0,75
Licthine – soja (70%)	0,5
Méthionine	0,25
Lysine	0,15
Totale	100

L'aliment formulé est composé de 15% de farine de poisson (70%), de 29,8% de maïs (7,5%), 20,9 % de farine de soja (48%) et de 0,15 à 2% de farine de sagou, l'huile de palme...

Partie 02 :

Partie expérimentale

Matériel et méthode

Objectif de ce travail est de faire les analyses physico-chimiques des quatre aliments destinés au tilapia de deux stades différents (juvéniles et finition).

Notre travail a été effectué au niveau de laboratoire commun II et laboratoire biochimie analytique et biotechnologie (LABAB)

I. Matériel et méthodes

➤ Les échantillons

Les quatre aliments analysés proviennent de quatre fabricants différents. Ils sont destinés pour deux stades physiologiques des poissons à savoir stade juvénile et finition.

Nous avons prélevé environ 100g de chaque sac d'aliment de poisson pour effectuer les analyses physico-chimiques.

A. Préparation des échantillons

Les deux premiers aliments étaient destinés pour les juvéniles :

Aliment A : fabriqué en France, sous forme de granulés et sa couleur marron foncé (Figure 4)



Figure 04 : Aliment A fabriqué en France (photo originale, 2024).

Aliment B : fabriqué en Algérie, sous forme de granulés et sa couleur marron clair (Figure 5).



Figure 05 : Aliment B fabriqué en Algérie (photo originale, 2024).

Les deux autres aliments pour les poissons sont pour le stade finition :

Aliment C : fabriqué en Algérie, sous forme de granulés et sa couleur marron clair (Figure 06).



Figure 06 : Aliment C fabriqué en Algérie (photo originale, 2024).

Aliment D : fabriqué en Algérie sous forme de granulés aussi et sa couleur marron clair (figure 07).



Figure 07 : Aliment D fabriqué en Algérie (photo originale, 2024).

Les aliments à analyser ont été préalablement bien broyés.

B. Détermination de la teneur en eau (humidité)

➤ **Principe**

La teneur en eau est déterminée pour 1g d'échantillon broyé étalé dans un creuset puis séché dans une étuve réglée à une température de 105°C, jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

➤ **Mode opératoire**

- On sèche des creusets vides à l'étuve durant quelques minutes à 105°C ;
- On refroidit les creusets dans un dessiccateur ;
- Nous avons taré les creusets ;
- Nous avons pesé dans chaque creusets 1g d'échantillon préalablement broyé puis nous les avons placés dans l'étuve réglée à 105°C pendant 3 heures ;
- Nous avons retiré les creusets de l'étuve, que nous avons placés dans le dessiccateur et après refroidissement nous les avons pesés. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention

d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 min pour éviter la caramélisation) (figure 08).



Figure 08 : A : Balance de précision / B : Etuve / C : Dessiccateur (photos originales, 2024).

➤ Expression des résultats

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H\% = (M_1 - M_2) / P * 100$$

Soit :

H% : pourcentage d'humidité.

M₁ : masse de creuset + matière fraîche avant séchage en g.

M₂ : masse de l'ensemble après séchage en g.

P : masse de la prise d'essai en g.

Pour la matière sèche (MS), elle est calculée par la formule qui suit :

$$MS \% = 100 - H\%$$

C. Détermination de la teneur en cendres

➤ Principe

L'échantillon est calciné à 550°C dans un four à moufle jusqu'à obtention de cendres blanchâtres de poids constant.

➤ Mode d'opérateur

- Nous avons pesé les creusets vide ensuite nous avons taré ;
- 1g des échantillons est pesé dans les creusets ;
- Ils sont placés dans un four à moufle réglé à 550°C pendant 5 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise claire ou blanchâtre ;

- Les creusets sont retirés du four, placés dans le dessiccateur, puis pesés (figure 09).



Figure 09 : Le four (photo originale, 2024).

➤ Expression des résultats

La matière organique est déterminée par la formule :

$$\text{MO}\% = (M_1 - M_2) / P * 100$$

Soit :

MO : matière organique.

M_1 : masse des creusets + matière sèche.

M_2 : masse des creusets + cendres.

P : masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (Cd) est calculée comme suit :

$$\text{Cd}\% = 100 - \text{MO}\%$$

D. Le PH

Le PH a été déterminé selon la méthode NF V 05-108 (1970) décrite par AFNOR (1982).

➤ Le principe

Le principe de cette méthode est basé sur une détermination en unité de PH de la différence de potentiel existante entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse d'aliment broyé.

➤ Mode opératoire

- Un gramme de broyat d'aliment est mis dans un bêcher auquel est ajouté l'eau distillée, suivi d'une agitation pendant une minute ;

- La solution est laissée au repos pendant quelques minutes puis agitée de nouveau quelques instants, et la mesure de PH est prise (figure 10).

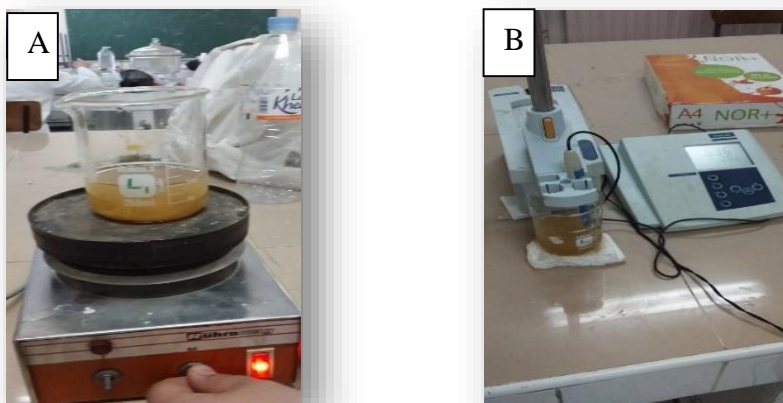


Figure 10 : A : Un agitateur / B : PH mètre (photos originales, 2024).

E. La densité

La densité de l'aliment des animaux est une mesure importante qui indique sa qualité et sa valeur nutritive.

➤ Mode opératoire

- Peser le récipient vide, enregistrez son poids à la précision de 0,01 gramme ;
- Remplissez le récipient gradué avec l'aliment. Assurez-vous que l'aliment est tassé uniformément dans le récipient ;
- Peser le récipient rempli, enregistrez son poids à la précision de 0,01 gramme (figure 11) ;



Figure 11 : Une balance (photo originale, 2024).

- Calculer la densité apparente de l'aliment en utilisant la formule suivante :

$$P = (M_1 - M_2) / \text{Volume}$$

Où :

P : la densité apparente de l'aliment (en g/cm³) ;

M₁ : la masse du récipient rempli d'aliment (en g) ;

M₂ : la masse du récipient vide (en g) ;

Volume : c'est le volume du récipient rempli d'aliment (en cm³).

F. L'acidité titrable

L'acidité titrable est déterminée selon la méthode NF V 05-101 (1974), décrite par AFNOR (1982) destinée pour les produits d'origines végétales, c'est le cas d'aliment.

➤ Le principe

Le principe de cette méthode se base sur le titrage de l'acidité titrable d'une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénophtaléine comme indicateur coloré.

➤ Mode opératoire :

- Un échantillon d'aliment bien broyé est placé dans une fiole conique d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, et mélangé jusqu'à obtention d'un liquide homogène ;
- La fiole conique et adaptée à un réfrigérant reflux afin de chauffer le contenu au bain-marie pendant quelques minutes ;
- Après refroidissent, le contenu de la fiole conique transvasé quantitativement dans une fiole jaugée et complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie ;
- Ensuite, il est bien mélangé puis filtré ;

10 ml de filtrat, versés dans un bêcher, sont titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N en présence 2 à 3 gouttes de phénophtaléine, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant quelques secondes (figure 12) ;

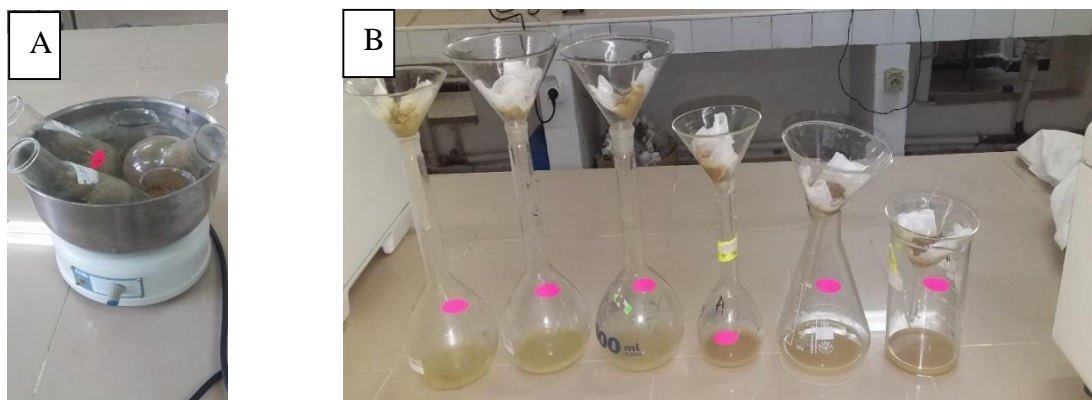


Figure 12 : **A :** Bain-marie / **B :** Filtration de mélange (photo originale, 2024).

L'acidité titrable est exprimée en milléquivalents de NaOH par 100 g d'aliment, elle est déterminée selon la formule suivante :

$$A = (25 * V_1 * 100) / (M * 10 * V_0)$$

Soit :

M : masse en gramme d'aliment prélevé ;

V₀ : volume en millilitres de la prise d'essai ;

V₁ : volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N utilisé.

G. Les protéines

Cette méthode a été développée par Gornall *et al.* (1949). La réaction de Biuret est la formation d'un complexe pourpre entre le Biuret (NH₂-CO-NH-CO-NH₂) et deux liens peptidiques consécutifs en présence de cuivre en milieu alcalin. Le complexe de coordination résultant absorbe fortement à 450 nm.

➤ **Mode d'opérateur**

A. Gamme d'étalonnage

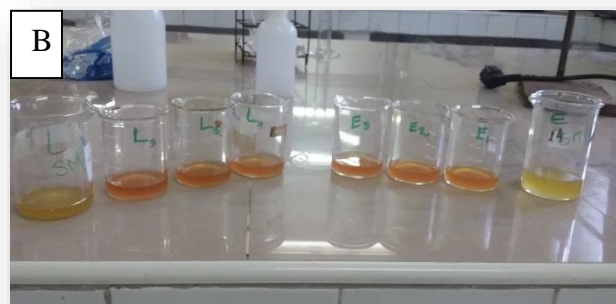
- A partir d'une solution étalon de sérum albumine bovine à 10g/l, réaliser une gamme de 5 tubes contenant de 2 à 10 mg de BSA par tube.
- Compléter et réaliser la gamme d'étalonnage selon tableau suivant :

Tableau 05 : gamme d'étalonnage de dosage des protéines.

Numéro de tube	0	1	2	3	4
BSA (ml)	0	0,1	0,2	0,4	0,5
Eau physiologique (ml)	0,5	0,4	0,2	0,1	0
Réactif Gornall	2	2	2	2	2

Préparation de l'aliment

- Peser 4g d'aliment dans un bêcher ;
- Ajouter 100ml d'eau distillé ;
- Ajuster 15min, puis filtrer (figure13).

**Figure 13** : **A** : Agitation de mélange / **B** : Obtention de filtrat (photo originale, 2024).**- Dosage**

- Mélanger soigneusement chaque tube et incuber 30 min à température ambiante et à l'obscurité ;
- Lire l'absorbance à 540 nm ;
- Tracer la gamme étalon $DO = f([BSA])$;
- Déterminer la quantité de protéines contenues dans l'aliment (figure 14).

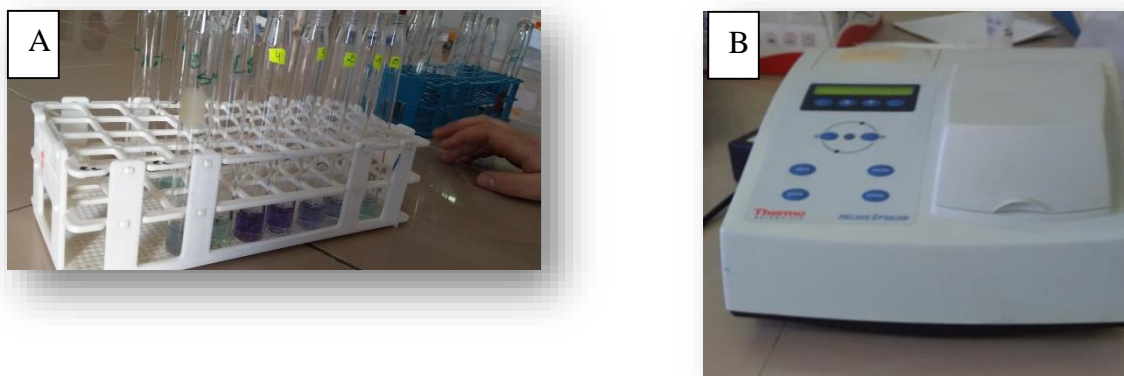


Figure 14 : A : Gamme d'étalonnage des protéines / B : Spectrophotomètre (photo originale, 2024).

Remarques

-Composition du réactif de Gornall :

- Dissoudre 6 g tartrate double K, Na dans environ 250 ml d'eau.
- D'autre part, dissoudre 1,5g de sulfate de cuivre dans environ 100ml d'eau distillée.
- Verser lentement, en agitant, la solution de sulfate de cuivre dans la solution tartrate.
- Ajouter, en agitant, 300 ml de NaOH à 10%.
- Ajouter 1g d'iodure de potassium (KI).
- Ajuster à 1000 ml avec de l'eau distillée.

-Eau physiologique à 0,9% : 9 g de NaCl dans 1000 ml d'eau distillée.

H. Dosage des glucides

Les sucre, encore appelés glucide ou hydrates de carbone $C_n(H_2O)_n$, sont des composés comportant de nombreux groupements hydroxydes (-OH) responsables de leur caractère très hydrophile. Ils peuvent être divisés en deux groupes : oses ou monosaccharides et osides ou polysaccharides.

La détermination de la teneur en glucose dans un milieu peut être réalisée en recourant à plusieurs méthodes : chimique (réactif de Fehling, réactif à l'Orcinol, acide 3,5 dinitrosalicylique, ...), physique (polarimétrie, réfractométrie), enzymatique (glucose oxydase, analyseur à enzymes immobilisées), chromatographique (HPLC),

➤ Dosage par l'acide 3,5 dinitrosalicylique (DNS)

En milieu alcalin et à chaud, l'acide 3,5 dinitrosalicylique est réduit en 3-amino-5-nitrosalicylique en présence de de sucre réducteur selon la réaction :



Le composé obtenu est rouge orange à reflets pourpres. Il peut être dosé par spectrophotométrie ($\lambda = 530\text{nm}$).

➤ Mode opératoire

- Mettre 1 ml de la solution à doser (ou des différentes dilutions) dans un tube à essai ;
- Ajouter 2 ml de réactif (3,5 DNS) ;
- Chauffer au bain-marie bouillant pendant 5min à 100° C ;
- Refroidir par écoulement d'eau sous le robinet ;
- Ajouter 7 ml d'eau distillée et homogénéiser ;
- Laisser reposer pendant 15 min à température ambiante ;
- Faire la lecture à 530nm contre le blanc (figure 15).



Figure 15 : Gamme d'étalonnage des glucides (photo originale, 2024).

NB : afin de déterminer la quantité de glucose présente dans les solutions inconnues, il faut réaliser une courbe d'étalonnage avec une solution de glucose à 1g/l.

Dans le tableau 06 présente la gamme d'étalonnage de dosage des glucides.

Tableau 06 : Gamme d'étalonnage de dosage des glucides.

N° de tube	01	02	03	04	05	06
Solution de glucose (ml)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Eau distillée (ml)	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Réactif DNS (ml)	2	2	2	2	2	2

Traiter les tubes de la même façon que précédemment : étapes de 3 à 7.

Préparation de l'aliment

- Peser 4g d'aliment dans un bêcher ;
- Ajouter 100ml d'eau distillé ;
- Ajuster 15min, puis filtrer.

Conclusion

Dans cette étude, nous avons analysé les paramètres physico-chimiques de quatre aliments pour le tilapia. Les caractéristiques étudiées sont le taux d'humidité, les cendre, le PH, la densité, l'acidité titrable, le taux de protéine et le taux de glucide. Ces analyses ont révélé que les quatre aliments ont des compositions physico-chimiques différentes.

D'après les résultats obtenus de l'analyse des quatre aliments destinés au tilapia, il en résulte que les teneurs en humidité pour ceux destinés au stade juvénile et l'aliment D de finition rentrent dans les normes. En revanche, l'aliment C renferme un taux d'humidité qui dépasse le taux idéal, ce qui pourra affecter la qualité de l'aliment qui risque de se détériorer. La teneur en cendres pour l'aliment de C et l'aliment importé est faible, de ce fait ils ne satisferont pas les besoins en minéraux des tilapias. Par contre l'aliment D et B, leurs teneurs en cendres sont bonnes. Concernant le PH des quatre aliments, il ne rentre pas dans la norme. La densité et l'acidité titrable des quatre aliments sont très faibles. Quant aux taux des protéines et de glucides des quatre aliments, ils ne pourront pas couvrir les besoins des poissons.

Les résultats obtenus des analyses des quatre aliments pour le tilapia ne sont pas satisfaisants, ils ne répondent pas aux normes et ne couvriront pas les besoins nutritionnels des tilapias.

Ainsi, il est important de prendre en compte les besoins nutritionnels spécifiques des tilapias et se référer aux tables de composition des aliments afin de formuler un aliment qui va couvrir les besoins nutritionnels de l'espèce, correspondant aux différents stades de développement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A)

Abarik E.D., Edward A.O. and Attipoe F. Y. K. (2013). Growth and economic performance of fingerlings of *Oreochromis niloticus* fed on different non-conventional feeds in out-door hapas bat Akosombo in Ghana. *AJAR*, 8(26) : 3384-3391.

Arrignon J. (1993). Pisciculture en eau douce : le Tilapia, Editions Maisonneuve et Larose 15, rue Victor-Cousin F 75005 PARIS page 2

B)

Bamba Y., Ouattara A., Costa KS Da., et Gouréne G. (2008). Production de *oreochromis niloticus* avec des aliments à base de sous-produit agricoles. *Sciences et nature*. Vol. 5 N°1 : 89 – 99.

BARNABE. G. (1989). L'aquaculture - volume 1-2ème édition (Tech et Doc. Laveisres 1989).

BARNABE. G. (1999). Base biologique et écologique de l'aquaculture.

Belhadi M. et Rachedi L. (2007). Situation actuelle de l'aquaculture en Algérie. Mémoire d'ingénieur. ENSSMAL., 65 p.

Burel Ch. (2017). Bases de la nutrition et formulation en aquaculture. Durabilité des aliments pour le poisson en aquaculture : réflexions et recommandations sur les aspects technologiques, économiques, sociaux et environnementaux, UICN - Union Internationale pour la Conservation de la Nature ; Comité Français de l'UICN, 296 p., 9782831718316. hal-01607152

C)

CHALABI A. (1991), L'aquaculture Algérie (Techniques et sciences. *Revue maghrébines* N°6.

Chalabi A. (1999). Aquaculture en Algérie et son contexte Maghrébin. In actes de séminaire international sur l'aquaculture en méditerranée

Craig S., Helfrich L.A., Kuhn D., Schwarz M.H. (2017). Understanding fish nutrition, feeds, and feeding.

D)

D'Abramo L.R., New M.B. (2000). Nutrition, feeds and feeding. *Freshwater Prawn Culture* (ed. by MB New & WC Valenti), 203-220.

Dawood M.A., Koshio S. and Esteban M.Á. (2018). Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 950-974.

Dey, M.M. (2001). Tilapia production in South Asia and the Far East. pp. 17-27. In Subasinghe, S. & Singh, T. (eds.), *Proceedings of the Tilapia 2001. International Technical and Trade Conference on Tilapia*. INFOFISH, Kuala Lumpur, Malaysia.

Références bibliographiques

E)

Eknath A. E., Tayamenb M. M, Marietta S. Palada-de Vera M. S., Dantingb J. C., Reyesb R. A., Dionisiob E. E., Capili J. B., Bolivaf H. L., Abella T. A., Circa A. V., Bentsend H. B., Gjerded B., Gjedremd T. and Pullin R. S. V. (1993). genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. In genetics in aquaculture (pp. 171-188). Elsevier.

F)

FAO. (1992). Manuel pour le développement de la pisciculture A MADAGASCAR, Antsirabé juillet 1992.

FAO. (1997). Distribue les logiciels FISHSTAT PC et AQUACULT PC, qui contiennent et analysent les statistiques de capture et de production pour les années 1950 à 1997 et 1984 à 1997 respectivement. Ces données en ont été extraites, puis incluses dans les tables FAOCATCH et FAOAQUACULT de FishBase.

FAO. (2002). The state of world fisheries and aquaculture. FOODE AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS, (92-5-104842-8), 150.

FAO. (2010). La situation mondiale des pêche et de l'aquaculteur. Organisation des nations unies pour l'alimentation et agriculture Rome,2010.

FAO. (2018). Le développement de l'aquaculture en Algérie en collaboration avec la FAO – Bilan 2008-2016. FAO, Circulaire sur les pêches et l'aquaculture no. 1176. Rome. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO

FAO. (2024). Tilapia de nil – *Oreochromis niloticus*. Système d'information sur les ressources alimentaires et d'engrais en aquaculture

FAO. (2024). *Oreochromis niloticus*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Texte de Rakocy, J. E.. Dans: Pêche et aquaculture. Rome. [Cité Wednesday, May 15th 2024].

Ferlin P. (1999). Situation actuelle de l'aquaculture méditerranéenne et nécessité d'une planification sectorielle vers un développement durable. Aquaculture planning in Mediterranean countries. Zaragoza : CIHEAM, 1999. p. 11 -15 (Cahiers Options Méditerranéennes ; n. 43)

FERLIN P. et SUCHE J. M. (2008). Rapport Final de la Mission sur le développement de l'aquaculture Pp15-16. P564.

FERMON Y. (2006). La pisciculture de subsistance en étangs en Afrique Manuel technique, p.25

Références bibliographiques

Fontaine P. et Lienhardt F. (2014). Dossier de presse : l'Université de Lorraine inaugure une **Françoise Médale, Richard Le Boucher, Mathilde Dupont-Nivet, Edwige Quillet, Joël Aubin, et al.** Des aliments à base de végétaux pour les poissons d'élevage. INRA Productions Animales, 2013, 26 (4), pp.303-316. hal-01019139.

G)

Gauvet G. (1930). Conseils pratiques pour l'élevage des poissons d'ornement en Algérie. 2^{ème} fasc. Stat, Castigl, 1930. P 11-15.

J)

Jacque B. (1992). Introduction du tilapia au Brésil et ses conséquences. Revue bois et forêts des tropiques, n° 231, 1^{er} trimestre.

Jauncey nK. et Ross B. (1982). A guide to tilapia feeds and feeding.

Jeantet R., Crguennec T., Schuch P. et brûlé G. (2006). Science des aliments : Biochimie-Microbiologie-Procédés-Produits. Vol 1 : stabilisation biologique et physico-chimique, tech & doc. Paris. 383 pp.

K)

Kullander S.O. (2003). Cichilidae (cichilids). P. 605-654. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the freshwater fishes of south and central America. Porto Alrgre: EDIOUCRS, Brasil.

Kyaw K., Koshio S., Ishikawa M., Yokoyama S., Kikuchi K., Laining A., Muraoka Y. and Akimoto Y. (2010). Effects of different levels of dietary mussel phospholipids on the performances of Juvenile Kuruma Shrimp *Marsupenaeus japonicus* Bate. Aquaculture Science, 58(1), 75-83.

L)

Lacroix E. (2004). Pisciculture en zone tropicale. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ, GmbH.

Lazard J., et Levêque Ch. (2009). Introductions et transferts d'espèce de poissons d'eau douce. Cah Agric, vol. 18, n° 2-3, mars-juin 2009

Leveque C. et Paugy D. (1984) : Guide des poissons d'eau douce de la zone du programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique del'Ouest. orstom-oms, 381p

Références bibliographiques

Luo X.G., Ji F., Lin Y.X., Steward F.A., Lu L., Liu B. and Yu S.X. (2005). Effects of dietary supplementation with copper sulfate or tribasic copper chloride on broiler performance, relative copper bioavailability, and oxidation stability of vitamin E in feed. *Poultry Science*, 84(6), 888-893.

M)

Moralee R D., Bank F H .et & Waal BCW. (2000). Biochemical genetic markers to identify hybrids between the endemic *Oreochromis mossambicus* and the alien species *O.niloticus* (Pisces :Cichlidae) .s .l. : Water S A.,2000 .Vol. 26 .0378 - 4738.

Moreau Y. (2001). Couverture des besoins énergétiques des poissons tropicaux en aquaculture Purification et comparaison des amylases de deux tilapias *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron*

Moriarty, D.J.W. & Moriarty, C.M. (1973). Quantitative estimation of the daily ingestion of phytoplankton by *Tilapia nilotica* and *Haplochromis nigripinnis* in Lake George. *J. Zool. Lond.*, 171:15-23.

Moriarty, D.J.W. 1973. The physiology of digestion of bleu-green algae in the cichlid fish *Tilapia nilotica*. *J. Zool. Lond.*, 171: 25-39

Moriarty. D.J.W. Darlington, J.P.E.C., Dunn, I.G., Moriarty, C.M. & Tevlin, M.P. (1973). Feeding and grazing in Lake George, Uganda. *Proc. R. Soc. B.*, 184: 29

Multon J. L., Linden G., Bourgeois C. M. et Leveau J. Y. (1991). Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire.

N)

New M.B. (1987). Feed and feeding of fish and shrimp. A manual on the preparation and presentation of compound feeds for shrimp and fish inaquaculture.

Nout R., Hounhouigan J. D. et Boekel T. V. (2000). Les aliments Transformation, Conservation et Qualité. Backhuys publishers. Germany. 257pp.

NRC (National Research Council) (2011). Nutrition Requirements of Fish. Washington D.C., USA, National Academy Press.

O)

Opuszynski, K. & Shireman, J.V. (1995). Herbivorous fishes. Culture and use for weed management. CRC Press, London, Tokyo, 223 pp.

Plateforme d'aquaculture durable et innovante. Faculté des sciences et Technologies. INRA & UR AFPA. Vandoeuvre-lès-Nancy/ France. P 10.

S)

Seurat L. G., (1927). L'étage intercotidal des côtes Algériennes. 1er fasc. Stat. Castigl,

Références bibliographiques

Siddiqui A.Q., Howlader M.S., Adam A.A. (1988). Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 70, 63-73.

Skelton, P.H. (2002). Changes to the scientific and common names of southern African freshwater fishes. *African Journal of Aquatic Science*, 27: 171-174

Soetan K.O., Olaiya C.O. and Oyewole O.E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants-A review. *African journal of food science*, 4(5), .200-222.

St. Louis, V. L., Kelly, C. A., Duchemin, É., Rudd, J. W., & Rosenberg, D. M. (2000). Reservoir Surfaces as Sources of Greenhouse Gases to the Atmosphere: A Global Estimate: Reservoirs are sources of greenhouse gases to the atmosphere, and their surface areas have increased to the point where they should be included in global inventories of anthropogenic emissions of greenhouse gases. *BioScience*, 50(9), 766-775.

Stickney R.R., Hesby J.H., McGeachin R.B., Isbell W. (1979). Growth of *Tilapia nilotica* in ponds with differing histories of organic fertilization. *Aquaculture* 17, 189- 194.

T)

Tacon A. G. J. et Metian M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. *Aquaculture*, 285: 146-158

Thevenin J. (1939). Empoisonnement des grands barrages – réservoirs d'Algérie : introduction de truite arc en ciel (*Salmo irideus* Gibbous) dans les lacs du Ghrib et d'Oued Fodda. Station d'aquaculture et de pêche castiglione, fascicule 2 : 11-69.

Thevenin J., 1948. Empoisonnement des barrages – réservoirs d'Algérie. Extr. *Terres et eaux* N°4, Alger.

Trewavas, E. (1983). Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum (Natural History). London. 583p.

Y)

Yadav M.K., khati A., Chauhan R.S., Arya P., Semwal A. (2021). A review on Feed Additives used in Fish diet, international journal of environment, Agriculture and Biotechnology, 6 (2).

Références bibliographiques

Yadav M.K., Ojha M.L., Keer N.R. and Yadav A. (2019). An overview on the use of oil in fish diet. 7(1): 883-885.

Yossa R. (2020). Formulation des aliments pour l'aquaculture. Research program on fish.

Résumé

L'alimentation joue un rôle essentiel dans le développement, la santé et les performances des poissons en général et des tilapias en particulier. La composition nutritionnelle des aliments doit être ajustée en fonction des besoins particuliers à différentes étapes physiologiques. Dans ce travail une étude comparative par analyse physico-chimique est réalisée pour quatre aliments destinés au tilapia à deux stades de développements différents (juvénile et finition).

Nous avons analysé le taux d'humidité, les cendres, le PH, la densité, l'acidité titrable, les protéines et les glucides des quatre aliments récupérés chez des pisciculteurs. Les résultats ont révélé que ces aliments ont des contenus nutritifs différents. Ils ne répondent pas aux normes et ne couvriront pas les besoins nutritionnels des tilapias.

Il est important de prendre en compte les besoins nutritionnels spécifiques des tilapias à un stade de développement donné pour choisir l'aliment le plus adapté. Il est primordial d'élaborer des aliments qui contiennent des nutriments essentiels dans les proportions appropriées pour chaque étape physiologique. Un régime alimentaire adéquat peut favoriser la croissance, santé et la qualité de la chair. En utilisant des aliments spécifiquement formulés, il est possible d'améliorer la production et obtenir des tilapias de haute qualité.

Mots clés : Tilapia, aliments, analyse, besoins.

Summery

Nutrition plays an essential role in the development, health and performance of fish in general, and tilapia in particular. The nutritional composition of feeds must be adjusted to meet specific needs at different physiological stages. In this study, a comparative physico-chemical analysis was carried out on four feeds for tilapia at two different stages of development (juvenile and finishing).

We analyzed the moisture content, ash, PH, density, titratable acidity, protein and carbohydrates of four feeds recovered from fish farmers. The results revealed that these feeds have different nutritional contents. They do not meet standards and will not cover the nutritional needs of tilapia.

So, it is important to take into account the specific nutritional requirements of tilapia at a given stage of development when choosing the most suitable feed. It is essential to develop feeds that contain essential nutrients in the appropriate proportions for each physiological stage. An adequate diet can promote growth, health and flesh quality. By using specifically formulated feeds, it is possible to improve production and obtain high quality tilapia. .

Key words: Tilapia, feed, analysis, requirements.