

EFFETS DES RÉGIMES ALIMENTAIRES SUR LES PRODUCTIONS ASSOCIÉES DE *Oreochromis niloticus* (LINNE, 1758) ET DU RIZ WITA 9 (*Oryza sativa*) EN ETANG

Titre Courant : PRODUCTION DE TILAPIA *Oreochromis niloticus* EN RIZIPISCICULTURE

ZIE Barthélemy¹, BAMBA Yacouba¹, GROGA Noel², SALLA Moreto². & OUATTARA Allassane¹

Résumé

A la ferme piscicole de « Kouadiokro-Bonoufla, Côte d'Ivoire », une étude intégrée de production tilapia-riz a été réalisée en 2018-2019. Cette étude a été menée en vue de contribuer à la sécurité alimentaire et à l'amélioration des revenus des paysans des zones rurales et périurbaines. Les essais ont porté sur 58 668 plantules de riz WITA 9 (*Oryza sativa*) et 49 140 alevins de tilapia de poids moyen de $6 \pm 0,4$ g nourris avec deux régimes complémentaires : un à base de tourteaux de soja et de coton, son de maïs et farine basse de riz (AC), et un autre fait de farine basse de riz uniquement (ASF) et un aliment naturel (AN). Cet aliment naturel correspond aux organismes animaux et végétaux se développant naturellement dans les structures piscicoles. La densité de stockage était de 12 poissons/m². Neuf étangs ont été utilisés dont 3 attribués au hasard à chaque traitement alimentaire pour évaluer la croissance des poissons et la production de riz. Une ration journalière de 5 % de la biomasse des poissons élevés a été distribuée en deux repas (9 h et 15 h). Les plantules de riz ont été repiquées avec un espacement de 25 cm x 20 cm. Après 90 jours d'essai, au niveau des régimes complémentaires ASF et AC, les meilleurs quotients nutritifs (Qn) ($2,65 \pm 0,48$) et croissance journalière ($0,38 \pm 0,06$ g/jour) ont été obtenus avec AC. En revanche, le plus grand Qn ($4 \pm 0,71$) et la plus faible croissance journalière ($0,21 \pm 0,04$ g/jour) ont été enregistrés avec ASF. La comparaison de tous les lots montre que les poissons ne recevant que de l'aliment naturel (AN) ont obtenu la plus faible croissance journalière ($0,14 \pm 0,0$ g/jour). Les rendements de riz où les aliments complémentaires ASF ($3,34 \pm 0,04$ t/ha) et AC ($4,24 \pm 0,19$ t/ha) ont été apportés étaient meilleurs à celui de AN (témoin) ($2,99 \pm 0,14$ t/ha). Cette étude montre qu'il est possible d'améliorer la production de fingerlings de *O. niloticus* et le rendement du riz WITA 9 (*Oryza sativa*) avec l'utilisation d'aliments complémentaires en système associé riz-poisson.

Mots clés : *Oreochromis niloticus*, riz WITA 9 (*Oryza sativa*), Production, sous-produits agricoles, rizipisciculture

Abstract

EFFECTS OF FOOD DIETS ON THE ASSOCIATED PRODUCTION OF *Oreochromis niloticus* (LINNE, 1758) AND WITA 9 RICE (*Oryza sativa*) IN POND.

Current title: TILAPIA *Oreochromis niloticus* PRODUCTION IN RICE-FISH CULTURE

At the fish farm of "Kouadiokro-Bonoufla, Côte d'Ivoire", an integrated tilapia-rice production study was conducted in 2018-2019. This study was conducted with the aim of contributing to food security and improving the income of farmers in rural and peri-urban areas. The trials involved 58,668 rice WITA 9 (*Oryza sativa*) seedlings and 49,140 tilapia fingerlings with an average weight of 6 ± 0.4 g fed with two complementary diets: one based on soybean and cotton cakes, maize bran and low-grade rice flour (GG), and another made of low-grade rice flour only (GG) and a natural feed (NF). This natural feed corresponds to the animal and plant organisms that develop naturally in the fish farm structures. The stocking density was 12 fish/m². Nine ponds were used, 3 of which were randomly assigned to each feed treatment to assess fish growth and rice production. A daily ration of 5% of the reared fish biomass was fed in two meals (9 am and 3 pm). Rice seedlings were transplanted at a spacing of 25 cm x 20 cm. After 90 days of testing, in the complementary ASF and AC diets, the best nutrient quotients (Qn) (2.65 ± 0.48) and daily growth (0.38 ± 0.06 g/day) were obtained with AC. In contrast, the highest Qn (4 ± 0.71) and lowest daily growth (0.21 ± 0.04 g/day) were recorded with ASF. Comparison of all batches shows that fish receiving only natural feed (AN) achieved the lowest daily growth (0.14 ± 0.0 g/day). The yields of rice where ASF (3.34 ± 0.04 t/ha) and AC (4.24 ± 0.19 t/ha) supplementary feeds were fed were better than those of AN (control) (2.99 ± 0.14 t/ha). This study shows that it is possible to improve the production of *O. niloticus* fingerlings and the yield of rice WITA 9 with the use of supplementary feeds in a rice-fish combination system.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, rice WITA 9 (*Oryza sativa*), Production, agricultural by-products, rice-fish farming.

¹Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique (LEBA), UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire),

²Laboratoire de Biodiversité et Gestion de l'Environnement (LBGE),

UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa (Côte d'Ivoire)

Auteur pour les correspondances (E-Mail : ziebarthelemy@yahoo.fr)

INTRODUCTION

Le poisson et le riz font partie des aliments les plus consommés en Afrique de l'Ouest (Aerni, 2001). En Côte d'Ivoire par exemple, les activités rizicole et piscicole sont pratiquées sur toute l'étendue du territoire national. Toutefois, malgré des efforts consentis, les contributions de la pisciculture (4 500 tonnes) et la riziculture (650 000 tonnes de riz blanchi) à la production nationale sont encore marginales et ne représentent

respectivement que 2,4 % (MINAGRI-PNR, 2008 ; FAO, 2009) et 40 % (MIRAH, 2014). Les consommations annuelles de poissons (plus de 300 000 tonnes) et de riz (plus de 1 500 000 tonnes) sont soutenues par des importations importantes d'environ 90 % pour le poisson (MIRAH, 2014 ; Amian et al., 2017) et 60 % pour le riz (ONDR, 2010). Pourtant, le pays possède un potentiel socio-naturel important dont un vaste plan d'eau lagunaire d'environ 1200 km², plus de 1 000 petits barrages et retenues d'eau d'une superficie totale de

64 000 ha et de milliers de bas-fonds (Amian *et al.*, 2017). Une meilleure valorisation de ces ressources peut contribuer à réduire les importations de poisson et de riz, renforcer la sécurité alimentaire et même alléger la pauvreté en milieu rural (MIPARH, 2009 ; Assi-Kaudjhis, 2009). En général, l'agriculture et la pisciculture constituent respectivement les activités principale (62 %) et secondaire (18 %) de la plupart des pisciculteurs paysans (Amian *et al.*, 2017). Toutefois, les difficultés identifiées qui entravent le développement de l'activité piscicole sont entre autres (i) le coût élevé des aliments, (ii) la non maîtrise des technologies de fabrication des aliments, et (iii) parfois le faible niveau de technicité des acteurs de la filière (MIRAH, 2014). L'alimentation représente 40 à 60 % du coût de production des poissons. L'intérêt économique de cette activité est donc très dépendant de la disponibilité et du coût des aliments (Tacon & Metian, 2009). En conséquence, la réduction des charges liées à l'alimentation est une des priorités essentielles. Dans ce contexte, l'enjeu consiste à trouver une forme de pratique aquacole simple, peu onéreuse, adaptée au contexte socio-économique local et susceptible d'être rapidement adoptée par les populations rurales (Hem *et al.*, 2008). Pour ces mêmes auteurs, l'association riz-poisson engendre de bonnes relations symbiotiques dans lesquelles chaque entité tire des ressources nécessaires à sa croissance remarquable, et présente des conditions favorables pour une forte production d'alevins. Largement utilisée dans les pays asiatiques, au Madagascar et ailleurs dans le monde, la technologie de l'intégration riziculture-pisciculture est une technique efficace d'accroissement de la production de poisson et du rendement de riz par l'optimisation de l'exploitation des bas-fonds participant ainsi à la sécurité alimentaire (Halwart & Van, 2010 ; Niaré & Kalossi, 2014). La faisabilité technique et économique de cette innovation technologique agricole a été démontrée dans plusieurs pays africains (Pillay, 1990). Toutefois, dans les pays ouest africains en général, et en Côte d'Ivoire en particulier, la pratique dans le milieu paysan, même à petite échelle est rare, voire inexistante. Face à une montée de l'insécurité alimentaire et les corollaires des changements climatiques, la rizipisciculture apparaît aujourd'hui comme une alternative pour répondre à une demande en riz et en poisson qui croît régulièrement. Ce système de production pourrait constituer l'une des alternatives prometteuses de par les nombreux services qu'elle pourrait rendre, notamment, la production conjointe du riz et du poisson (source de protéines), l'amélioration du revenu des ménages, la diminution de la dépendance à l'achat d'alevins chez d'autres pisciculteurs et l'augmentation des rendements rizicoles.

Ce travail a pour objectif global, de tester les effets de différents régimes alimentaires de poissons à base de sous-produits agricoles sur la productivité des poissons et du riz en étang. Cette étude est consacrée à la production conjointe de juvéniles de *Oreochromis niloticus* et du riz en étang. Il s'est agi de : i) analyser les effets des traitements alimentaires appliqués sur les performances de croissance des juvéniles de *O. niloticus* et sur les rendements rizicoles, ii) déterminer les paramètres de croissance et d'alimentation des tilapias élevés dans les conditions de faibles intrants, iii) évaluer la rentabilité économique des traitements appliqués.

MATERIEL ET METHODES

Infrastructures de production

L'expérimentation a été réalisée à la ferme rizipiscicole « Bonoufla-kouadiokro » (N 7°11'40,03" ; W 6°31'39,03") située à 11 kilomètres du village de Bonoufla dans la Sous-préfecture de Vavoua (Figure 1). Les essais ont été conduits dans neuf étangs de superficie allant de 200 à 675 m², à raison de 3 étangs par traitement alimentaire. Ces étangs ont été alimentés en eau par gravité à partir d'un barrage de retenue d'eau d'un hectare avec un débit de 15 L/mn. Dans chaque étang d'essai, un étang-refuge de 60 cm de profondeur a été aménagé sur 5 % de la superficie totale. Pour chaque étang, une entrée et une sortie d'eau opposées dans la zone rizicole et une sortie d'eau dans l'étang-refuge ont été réalisées afin de permettre une bonne maîtrise de la hauteur d'eau dans la rizière pour les poissons. Ce système de canalisation a été équipé d'une toile moustiquaire (maille : 1 mm) pour prévenir l'entrée d'animaux indésirables ainsi que la fuite des poissons élevés. Le niveau d'eau dans les surfaces rizicoles a été maintenu au 1/5^{ème} de la hauteur du plant de riz (Avit *et al.*, 2014).

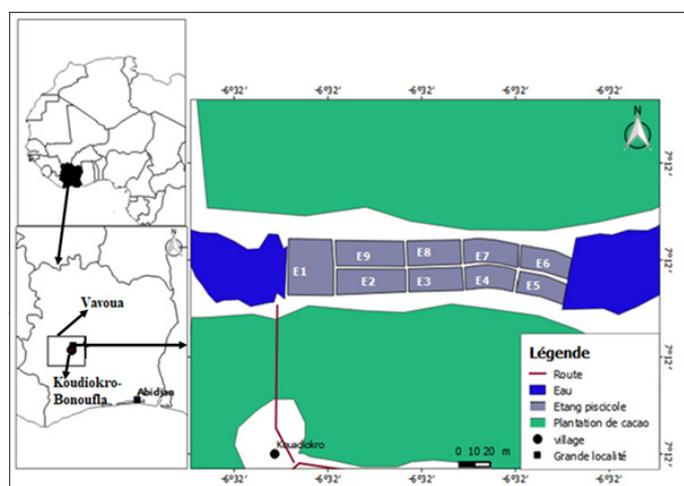


Figure 1 : Localisation de la ferme rizipiscicole de Kouadiokro-Bonoufla et les points d'échantillonnage

Les matières premières entrant dans la composition des aliments expérimentaux sont constituées de son de maïs, de farine basse de riz, de tourteaux de soja et de coton, de farine de coquillage et de sel de cuisine. Ces ingrédients utilisés ont été achetés auprès des fournisseurs locaux. Le son de maïs a été séché à l'air ambiant au soleil pendant 6 à 8 h. Deux régimes locaux (Tableau I) ont été formulés pour les essais. Les compositions de base de ces aliments ont été les suivantes : AC (tourteaux de soja et de coton, son de maïs et farine basse de riz) et ASF (Farine basse de riz uniquement).

Pour la fabrication de l'aliment AC, les ingrédients bruts ont été moulus (1 mm de diamètre) à l'aide d'un broyeur à marteau de fabrication locale et passés à travers un tamis de maille 1 mm. Ces ingrédients ont été pesés et homogénéisés à l'aide d'un mélangeur jusqu'à l'obtention d'une poudre homogène. A cet ensemble, les huiles végétales, le sel de cuisine et la farine de coquillage ont été ajoutés puis, l'ensemble du mélange a été homogénéisé à nouveau de sorte à obtenir un produit homogène. Concernant l'aliment ASF (aliment simple), constitué uniquement que de la farine basse de riz, il n'a pas subi d'homogénéisation et d'autres modifications. Cet aliment a été simplement conditionné dans des sacs de

25kg et stockés sur les palettes en bois. Les compositions bromatologiques des deux aliments expérimentaux sont présentées dans le tableau II. Tous les deux aliments complémentaires sont sous la forme pulvérulente. Les analyses bromatologiques ont été effectuées en Côte d'Ivoire par le Laboratoire Central d'Analyses (LCA) de l'Université NANGUI ABROGOUA.

Tableau I : Formulation et proportions d'incorporation des ingrédients dans les aliments pour alevins de *Oreochromis niloticus* en pré-grossissement (g /100 g).

Ingrédients	Aliment simple	Aliment composé
	(ASF)	(AC)
Tourteau de soja	0	23
Tourteau de coton	0	22
Farine basse de riz	100	29
Son de maïs	0	22,5
Chlorure de sodium	0	1,5
Farine de coquille	0	1
Huile de palme	0	1,5

ASF : Aliment simple à base de farine basse de riz ; AC : Aliment composé à base de tourteaux de soja et coton, son de maïs et farine basse de riz.

Tableau II : Composition bromatologique des aliments complémentaires utilisés.

Composition	Traitements alimentaires	
	ASF	AC
Matière sèche	90,33	87,63
	(% de matière sèche)	
Protéines brutes	13,21	23,08
Lipides	5,42	9,31
Cendres	5,22	7,55
Glucides totaux	62,64	47,69
Extractif non azoté	38,26	35,53
Fibres	18,33	12,16
Energie métabolisable : EM (MJ/kg de MS)	2,41	3,07

ASF : Aliment simple à base de farine basse de riz ; AC : Aliment composé à base de tourteaux de soja et coton, son de maïs et farine basse de riz.

Procédures expérimentales

Les expériences ont été effectuées durant 90 jours. Elles ont consisté à produire dans les mêmes étangs du riz et du poisson. Deux cycles d'expérimentation ont été exécutés, le premier entre novembre 2018 et février 2019 et le second entre avril et juillet 2019. Les essais ont été conduits dans 9 étangs, formant ainsi trois traitements en triplicata. Les essais ont commencé par la mise en place de la pépinière de riz. Cette opération qui a duré 15 jours a été suivie du repiquage de plantules de riz conformément à Kouakou et al. (2016). Pour le repiquage du riz, trois carrés de rendement (entrée d'eau, milieu de l'étang et à côté du moine) ont été définis dans chaque étang (Figure 2). Chaque carré de rendement a été délimité à l'aide des piquets en bois et un rouleau de fil nylon. Le carré de rendement du milieu de l'étang se trouve à équidistance de ceux du moine et de l'entrée d'eau dans l'étang.

La variété de riz *O. sativa* WITA 9 a été choisie en raison de la courte durée de son cycle cultural (105 jours) et de son haut rendement (9 t/ha) (Bouet et al., 2013) couvrant quasiment la durée de la phase de pré-grossissement de *O. niloticus*. Cette variété de riz est également bien appréciée par les populations

humaines. Le repiquage du riz dans les milieux rizicoles a été effectué quatre jours durant. Des surfaces allant de 189 m² à 657,4 m² ont été repiquées par étang à raison de 1 pied de plantule de riz chaque 500 cm² (Figure 3), soit 3720 à 12568 plantules par étang (Tableau III). L'alimentation en eau des étangs a été réalisée progressivement en fonction de la taille du plant de riz. Une remontée progressive du niveau de l'eau jusqu'au 1/5^{ème} de la hauteur de la tige de riz a été effectuée. Ce niveau d'eau convient aux poissons et également au riz. Le niveau d'eau dans l'étang-refuge est de 60 cm. L'étang-refuge créé dans chacun des étangs de production offre un abri aux poissons pendant le sarclage. Par ailleurs, ces étang-refuges facilitent également l'accès à la nourriture exogène et la récolte du poisson. Ils servent aussi de zone de nourrissage de poissons et d'empoisonnement des étangs. L'empoisonnement des structures de production a été effectué 30 jours après le repiquage du riz. La densité de mise en charge de 12 poissons/m² a été appliquée. Avant le transfert des poissons, des mesures du poids individuel de 30 poissons ont été d'abord effectuées pour déterminer la variabilité du poids en début de l'essai (Bamba et al., 2015). Ensuite, des pesées par lots de 100 à 200 poissons ont été réalisées pour atteindre la densité de mise en charge souhaitée. Deux aliments locaux (ASF et AC) ont été utilisés. En outre, des lots ne recevant pas d'aliment complémentaire ont été utilisés comme témoin (AN) pour estimer l'apport naturel provenant des structures piscicoles. Les poissons ont été nourris manuellement à la volée. La ration journalière a été fractionnée en deux repas distribués à 9 h et à 15 h. Un taux de rationnement de 5 % du poids total vif a été appliqué conformément à Bamba et al. (2014). Des contrôles mensuels de croissance pondérale ont été effectués sur un échantillon de 15 % de la population dans chaque étang. Ces contrôles ont permis de réajuster conséquemment les rations alimentaires des mois suivants au prorata de la biomasse totale. A l'issue de 90 jours d'élevage, 50 individus ont été prélevés dans chaque étang, ensuite, ils ont fait l'objet de mesure du poids individuel (Bamba et al., 2015) pour les traitements statistiques de comparaison. A partir de ces données, différents paramètres de performances zootechniques de production et de coût ont été calculés. En outre, tous les poissons des différents étangs de production ont été capturés et sexés manuellement. A la suite de cette opération, la production piscicole et la survie ont été évaluées. Pour capturer les poissons, le niveau d'eau dans la rizière a été diminué jusqu'à ce qu'il ne reste que l'eau dans l'étang-refuge où les poissons sont regroupés.

Pour la collecte de données sur le riz par étang, 10 poquets ont été choisis de façon aléatoire à l'intérieur des trois carrés de rendement. Pour chacun de ces 10 poquets, le nombre de talles a été relevé. De même, tous les plants de riz dans les poquets ont fait l'objet de mesure de taille. Les relevés de ces paramètres ont été effectués toutes les deux semaines pendant 70 jours. Ces données recueillies ont été utilisées pour les traitements statistiques de comparaison. Le rendement de riz à l'hectare a été également déterminé selon la formule suivante (Avit et al., 2012) :

$$\text{Rendement du riz (kg/ha)} = \text{Production sèche (kg)} / \text{surface (ha)}$$

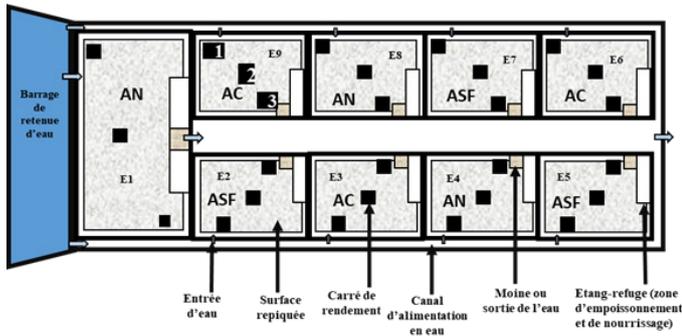


Figure 2 : Dispositif expérimental. (1) : entrée de l'eau, (2) : milieu de l'étang et (3) : vers le moine. AN : aliment naturel, AC : aliment composé et ASF : aliment à base de farine basse de riz .



Figure 3: Mise en place d'un étang de rizipisciculture. a) pieds repiqués et b) Mise sous eau progressive de la rizière

Tableau III : Dispositif expérimental de conduite des essais à l'empoisonnement et au repiquage du riz.

Traitement	Structure Elevage (m ²)	Superficie Étangs (m ²)	Superficie Rizicultivée (m ²)	densité de poissons (ind / m ²)	Nbre de plantules riz / étang	Nombre de poissons par étang	Poids moyen des poissons (g)
Rizipisciculture sans aliment complémentaire (AN)	E1	675	657,4	12	12 568	8 100	6,11 ±0,02
	E2	220	208,4	12	4 100	2 640	6,11 ±0,02
	E3	300	286	12	5 620	3 600	6,11 ±0,02
Rizipisciculture + aliment farine basse de riz (ASF)	E4	360	344,2	12	6 760	7 200	6,10 ±0,03
	E5	360	344,2	12	6 760	7 200	6,10 ±0,03
Rizipisciculture + aliment complémentaire composé (AC)	E6	360	344,2	12	6 760	7 200	6,10 ±0,03
	E7	360	344,2	12	6 760	7 200	6,09 ±0,04
	E8	300	286	12	5 620	3 600	6,09 ±0,04
	E9	200	189	12	3 720	2 400	6,09 ±0,04

ASF : Aliment simple à base de farine basse de riz ; AC : Aliment composé à base de tourteaux de soja et coton, son de maïs et farine basse de riz et AN : aliment naturel.

Paramètres de la qualité de l'eau

Le suivi de la qualité des eaux des étangs a consisté à faire des relevés de pH, oxygène dissous, température et transparence *in situ* toutes les semaines. Un multi-paramètre portable de Modèle « HANNA Instruments HI 83141 pH & Water Analysis » a été utilisé pour évaluer simultanément les valeurs de la température en degrés Celsius et le pH. L'oxygène dissous (en mg/L) a été mesuré au moyen d'un oxymètre portable de Modèle « HANNA Instruments HI 9146 ». La transparence a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. Les mesures ont été effectuées deux fois par semaine entre 6 h et 7 h du matin et entre 13 h et 14 h l'après-midi.

Évaluation du coût des aliments complémentaires

L'analyse économique vise à évaluer les impacts de l'utilisation des aliments complémentaires (ASF : farine basse de riz et AC : aliment composé :) sur les coûts d'alimentation. L'analyse se fonde principalement sur le prix de revient du kilogramme des aliments complémentaires et les coûts d'alimentation par unité de gain de poids. L'estimation du prix de revient des régimes a été fondée sur le coût des matières premières, leur transport, la fabrication des aliments et leur conditionnement. La comparaison entre traitements alimentaires a porté sur le taux d'augmentation du rendement par rapport à celui

du régime (AN), sur les coûts de nourrissage pour produire une unité (1 kg) de gain de poids et les taux de réduction par rapport à celui du régime composé AC.

Paramètres zootechniques

En l'absence de mesure directe, l'Energie Métabolisable (EM) peut être estimée par des équations faisant appel à l'analyse chimique (Janssen & Carré, 1985). Les valeurs des énergies métabolisables des deux régimes exogènes ont donc été calculées conformément à l'équation de prédiction de Sibbald (1980).

- EM (MJ / kg de MS) = 3,95 + [0,0544 x % lipides] - [0,0887 x % fibres] - [0,0408 x % cendres].

Les paramètres utilisés pour la comparaison entre les traitements alimentaires ont été calculés comme suit :

- Gain de poids (Gp, g) = (poids final (g) - poids initial (g));
- Gain de poids quotidien (Gpj, g/j) = (poids final (g) - poids initial (g)) / durée d'élevage ;
- Taux de survie (%) = 100 x (nombre final de poisson / nombre initial de poissons) ;
- Taux de croissance spécifique (TCS, %/jour) = 100 x [Ln (poids final) - Ln (poids initial)] / durée d'élevage ;
- Indice de conversion (IC) ou Quotient nutritif (Qn) = Quantité d'aliment sec distribuée/ Gain de poids frais ;
- Coefficient d'efficacité protéique (CEP) = (gain de poids frais) / (protéines ingérées) ;
- Rendement (Rdt) (kg/a/an) = (Biomasse nette x 365) / (Durée d'élevage x superficie) ;
- Hydrates de carbone (extractif non azoté) (%) = 100 - (% d'humidité + % protéines brutes + % matières grasses brutes + % fibres + % teneur de cendres) ;
- Energie Métabolisable (EM, MJ/kg de MS) = 3,95 + [0,0544 x % lipides] - [0,0887 x % fibres] - [0,0408 x % cendres] (Sibbald (1980)). ;
- Coût lié au nourrissage par unité de gain de poids = Coût de revient d'un (1) kg d'aliment x IC , où IC est l'indice de conversion alimentaire où Qn est le quotient nutritif ;
- Taux de réduction du coût comparé au régime composé (%) = 100 x [(coût de l'aliment composé (AC) - coût de l'aliment (ARS) simple) / [coût de l'aliment composé (AC)]] ;
- Taux d'augmentation de production des aliments comparé au régime naturel AN (%) = 100 x [(rendement aliment (AN) - rendement aliment (x)) / (rendement AN)].

Analyses statistiques

Avant les différentes analyses statistiques, nous avons vérifié l'homogénéité des variances à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov test. Lorsque les variances sont homogènes, l'analyse statistique a consisté en un test paramétrique de ANOVA. Lorsque les variances ne sont pas homogènes et que les distributions des variables ne sont pas de type normal, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été appliqué.

Les paramètres de croissance, de production ont tous été soumis à l'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA 2) (traitement alimentaire, étang). Lorsque des différences entre les groupes ont été identifiées, plusieurs comparaisons entre les moyennes ont été effectuées à l'aide du test de la différence vraiment significative de Tukey (test HSD de Tukey).

Les paramètres de la qualité de l'eau ont été soumis au test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Ensuite, les comparaisons deux à deux ont été réalisées avec le test de Mann-Withney.

Pour ces comparaisons, le seuil de signification de 5 % a été retenu. Ces analyses ont été exécutées à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1.

RESULTATS

Qualité de l'eau

Les valeurs moyennes des paramètres de la qualité de l'eau au cours des élevages sont consignées dans le tableau IV. Les valeurs moyennes de la température ont été similaires dans l'ensemble des structures de production et ont été comprises entre 26,56 ± 0,93 °C (AC) et 27,81 ± 1 °C (AN). Les valeurs moyennes de l'oxygène dissous obtenues ont varié de 3,20 ± 0,4 mg/L (AC) à 5,25 ± 0,53 mg/L (AN). Les valeurs moyennes du pH et de la transparence calculée ont été respectivement comprises entre 7,18 ± 0,66 (AN) et 7,96 ± 0,89 (AC) et entre 20,21 ± 3,52 cm (AC) et 33,30 ± 6,47 cm (AN). Les résultats du test de Kruskal-Wallis n'ont pas montré de différence significative ($p > 0,05$) entre la qualité des eaux des structures d'élevage ayant reçu les aliments AC et ASF. En revanche, les valeurs moyennes de l'oxygène dissous et de la transparence sont significativement différentes ($p < 0,05$) entre les traitements témoins et celles notées chez les autres traitements.

Tableau IV : Variations des paramètres physico-chimiques au cours pré-grossissement dans les structures d'élevage

Paramètres	Traitements alimentaires		
	Aliment AN	Aliment ASF	Aliment AC
Température (°C)	27,81 ± 1 ^a	26,68 ± 0,94 ^a	26,56 ± 0,93 ^a
Transparence (cm)	33,30 ± 6,47 ^a	23,74 ± 5,94 ^b	20,21 ± 3,52 ^b
Oxygène dissous (mg/L)	5,25 ± 0,93 ^a	3,32 ± 0,65 ^b	3,20 ± 0,81 ^b
pH	7,18 ± 0,66 ^a	7,82 ± 0,59 ^a	7,96 ± 0,89 ^a

Les résultats ont été exprimés en : Moyenne ± ECT (écart type) de trois répétitions et de deux cycles de production. Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT), affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$). Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT), portant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$)

ASF : Aliment simple à base de farine basse de riz ; AC : Aliment composé à base de tourteaux de soja et coton, son de maïs et farine basse de riz

Croissance pondérale

La figure 4 présente la croissance pondérale des alevins soumis aux traitements AN, ASF et AC sur la durée de l'élevage. A l'issue de 90 jours d'élevage, trois groupes peuvent être distingués. Le premier relatif au lot soumis au régime AN (poisson non nourri avec l'aliment complémentaire) montre une croissance plus faible qui se maintient tout au long de l'expérience. Le second groupe renferme les poissons nourris avec l'aliment ASF. Ce groupe a montré une croissance intermédiaire et se distinguant nettement à la fois du premier et du troisième nourri avec l'aliment AC. Les poissons nourris avec l'aliment composé AC ont présenté une croissance pondérale supérieure à celles de ceux nourris avec les aliments naturels et la farine basse de riz uniquement.

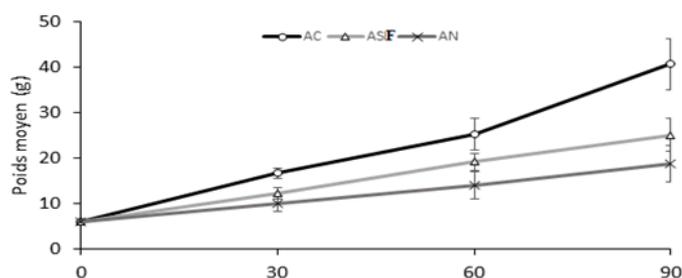


Figure 4 : Evolution du poids moyen (g) de tilapia *O. niloticus* élevé en étangs rizipiscicoles à la ferme piscicole Bonoufla-kouadiokro (Côte d'Ivoire). AC : Aliment composé contenant les tourteaux de soja et de coton, le son de maïs et la farine basse de riz ; ASF : Aliment à base de farine basse de riz et AN : Aliment naturel.

Paramètres zootechniques

Les résultats des paramètres de croissance (poids moyen final : Pf, gain de poids journalier : Gpj et taux de croissance spécifique : TCS) et de l'efficacité de transformation des aliments (quotient nutritif : Qn et coefficient d'efficacité protéique : CEP) sont présentés dans le tableau V. Pour les lots nourris aux aliments AC et ASF, les valeurs moyennes (GPj) obtenues ont été respectivement de 0,38 ± 0,06 g/j et 0,21 ± 0,04 g/j (*versus* 0,14 ± 0,00 g/j pour AN). Les TCS correspondants sont de 2,1 ± 0,16 %/j (AC) et 1,56 ± 0,15 %/j (ASF) contre 1,23 ± 0,2 %/j pour le lot témoin (AN). A la récolte, les poids moyens finaux respectifs atteints par les poissons ont été de 40,64 ± 5,70 g, 25,05 ± 4 g et 18,77 ± 3,98 g pour les régimes AC, ASF et AN, respectivement. Les valeurs des paramètres de croissance (Pf, GPj, TCS) des poissons nourris avec les régimes AC et ASF ont été nettement supérieures ($p < 0,05$; ANOVA 2) à celles des poissons du traitement AN. De même, pour ces paramètres, l'aliment AC a enregistré des valeurs significativement supérieures (ANOVA 2 ; $p < 0,05$) à celles de l'aliment ASF. Les quotients nutritifs moyens enregistrés ont été de 4 ± 0,71 (ASF) et 2,65 ± 0,48 (AC). Ces deux aliments AC et ASF ont été caractérisés par des valeurs moyennes de CEP respectives de 1,68 ± 0,28 et 1,96 ± 0,37. Les taux de survie moyens obtenus en fin de l'expérience ont été de 68,17 ± 0,76 %, 74,33 ± 1,53 % et 91 ± 1 % respectivement pour AN, ASF et AC. Les rendements en poissons obtenus avec les régimes expérimentaux (AC et ASF) ont été respectivement de 153,01 ± 1,18 kg/a/an et 68,55 ± 1,97 kg/a/an contre 42,86 ± 0,91 kg/a/an pour le lot témoin (AN).

Tableau V : Performances zootechniques de juvéniles de *Oreochromis niloticus* soumis à trois traitements alimentaires durant 90 jours.

Tableau V : Performances zootechniques de juvéniles de *Oreochromis niloticus* soumis à trois traitements alimentaires durant 90 jours.

Paramètres	Traitements alimentaires		
	Aliment AN	Aliment ASF	Aliment AC
Poids initial : Pi (g)	6,11 ± 0,02 ^a	6,10 ± 0,04 ^a	6,09 ± 0,04 ^a
Poids final : Pf (g)	18,77 ± 3,98 ^a	25,05 ± 4 ^b	40,64 ± 5,70 ^c
Gain de poids : GP (g)	12,66 ± 4 ^a	18,95 ± 3,57 ^b	34,55 ± 5,70 ^c
Gain de poids/jour GPj (g/j)	0,14 ± 0,00 ^a	0,21 ± 0,04 ^b	0,38 ± 0,06 ^c
Taux de croissance spécifique : TCS (%/j)	1,23 ± 0,2 ^a	1,56 ± 0,15 ^b	2,1 ± 0,16 ^c
Quotient nutritif : Qn	Néant	4 ± 0,71 ^a	2,65 ± 0,48 ^b
Coefficient d'efficacité Protéique : C.E.P	Néant	1,96 ± 0,37 ^b	1,68 ± 0,28 ^a
Taux de survie : (%)	68,17 ± 0,76 ^a	74,33 ± 1,53 ^b	91 ± 1 ^c
Rendement (Rdt) (kg/a/an)	42,86 ± 0,91 ^a	68,55 ± 1,97 ^b	153,01 ± 1,18 ^c

Les résultats ont été exprimés en : Moyenne ± ECT (écart type) de trois répétitions et de deux cycles de production. Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT), affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes ($P < 0,05$). Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT), portant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$).

ASF : Aliment simple à base de farine basse de riz ; AC : Aliment composé à base de tourteaux de soja et coton, son de maïs et farine basse de riz ; AN : Aliment naturel.

The results were expressed as : Mean ± SD of three replicates and two production cycles. In each row, the values (Means ± ECT), assigned by different letters, are significantly different ($P < 0.05$). On each line, the values (Means ± ECT), bearing at least one letter in common, are not significantly different ($P > 0.05$).

ASF: Simple feed based on low rice flour; AC: Compound feed based on soybean and cotton cake, maize bran and low rice flour; AN: Natural feed.

Paramètres économiques

Les résultats des différents paramètres de la charge financière liée à l'alimentation sont présentés dans le tableau VI. Les coûts de revient d'un kilogramme d'aliment pour les régimes complémentaires (AC et ASF) sont respectivement de 207,5 F CFA et 60 F CFA. Les coûts par unité de prise de poids engendrés par l'emploi de ces régimes ont été de 550 F CFA (AC) et 240 F CFA (ASF).

Tableau VI: Evaluation des coûts des aliments complémentaires AC et ASF pour la production de *O. niloticus*.

Paramètres	Traitements alimentaires		
	AN	ASF	AC
Coût de fabrication d'un kilogramme d'aliment (F CFA)	Néant	10	10
Coût de revient d'un kilogramme d'aliment/kg (F CFA/kg)	Néant	60	207,5
Quotient nutritif (Qn)	Néant	4 ±0,71 ^a	2,65 ±0,48 ^b
Coût financier lié à l'alimentation par unité de prise de poids (F CFA/kg gain de poids)	Néant	240	550
Taux de réduction du coût d'alimentation par unité de gain de poids par rapport à AC (%)	Néant	56,36	Néant-
Taux d'augmentation du rendement par rapport à AN (%)	-	59,94	257

Paramètres de croissance du riz

Dans un même étang, le nombre de talles situés au milieu de l'étang est inférieur à celui de l'entrée d'eau et du moine. Le nombre moyen de talles par poquet a varié de 2,33 ±0,98 à 4,08 ±0,90 (AN) et de 4,83 ±1,44 à 7 ±1,46 (AC) du 14^{ème} au 56^{ème} jour après la levée (JAL). Ces valeurs ont été statistiquement différentes (p < 0,05) d'un traitement à un autre. Les effectifs de talles les plus élevés ont été observés dans les étangs ayant reçu l'aliment AC (7 ±1,46), suivi des étangs soumis au régime ASF (5,33 ±0,78). Au-delà du 56^{ème} JAL, ces nombres sont restés constants pour tous les traitements.

Concernant la croissance des plants de riz, les tailles ont varié significativement (ANOVA 2 ; p < 0,05) entre les traitements. Cette croissance a été meilleure avec l'aliment AC que les autres régimes (ASF et AN) (Tableau VII). Au 70^{ème} jour après la levée, les tailles respectives des plants de riz des traitements AN, ASF et AC ont été de 106,5 ±4,34 cm, 106,5 ±4,34 cm et 119,23 ±1,56 cm, respectivement. L'analyse statistique (ANOVA 2 ; p > 0,05) révèle que les tailles des plants de riz des étangs témoins (AN) (étangs non nourris avec l'aliment exogène) et celles des plants de riz issus des étangs ayant reçu l'aliment simple ASF sont similaires. De même, les étangs soumis au traitement ASF ont procuré des plants de riz ayant des tailles significativement réduites (ANOVA 3 ; p < 0,05) que celles obtenues dans les étangs nourris avec l'aliment AC. Concernant les rendements, les valeurs obtenues sont respectivement de 4,24 ±0,19 et 3,34 ±0,04 t/ha pour AC et ASF contre 2,99 ±0,14 t/ha pour AN. Ces rendements ont varié faiblement entre les traitements alimentaires AC et ASF. En revanche, la production de riz obtenue (2,99 ±0,14 t/ha) dans les étangs témoins (AN) a été la plus faible (Tableau VIII). Comparés au témoin, les rendements enregistrés ont eu des taux d'augmentation respectifs de 11,71 et 41,81% pour ASF et AC.

Tableau VII : Evolution du nombre de talles et la hauteur des pieds de plants de riz (*Oryza sativa*, variété WITA 9) dans les différents traitements

Traitements alimentaires	Paramètres de croissance	Périodes de production				
		14 ^{ème}	28 ^{ème}	42 ^{ème}	56 ^{ème}	70 ^{ème}
AN	Nombre de talles	2,33 ±0,98 ^b	3,25 ±1,60 ^a	3,83 ±1,23 ^a	4,08 ±0,90 ^a	4,08 ±0,90 ^a
ASF		3,25 ±1,08 ^a	4,33 ±1,44 ^a	4,58 ±1,31 ^a	5,33 ±0,78 ^a	5,33 ±0,78 ^a
AC		4,83 ±1,44 ^a	5,58 ±1,57 ^b	6,67 ±0,99 ^b	7 ±1,46 ^b	7 ±1,46 ^b
AN	Hauteur du pied de riz (cm)	44 ±2,83 ^a	65,33 ±2,23 ^a	80 ±4,28 ^a	99,25 ±1,60 ^a	106,5 ±4,34 ^a
ASF		44 ±2,83 ^a	65,33 ±2,23 ^a	80 ±4,28 ^a	99,25 ±1,60 ^a	106,5 ±4,34 ^a
AC		51,33 ±3,34 ^b	69,15 ±1,98 ^b	84,38 ±2,54 ^b	107,31 ±1,62 ^b	119,23 ±1,56 ^b

Les résultats ont été exprimés en : Moyenne ± ECT (écart type) de trois répétitions et de deux cycles de production. Sur chaque colonne, les valeurs (Moyennes ± ECT), affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes (P < 0,05). Sur chaque colonne, les valeurs (Moyennes ± ECT), portant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes (P > 0,05)

ASF : Aliment simple à base de farine basse de riz ; AC : Aliment composé à base de tourteaux de soja et coton, son de maïs et farine basse de riz ; AN : Aliment naturel).

The results were expressed as : Mean ± standard deviation (SD) of three replicates and two production cycles. In each column, the values (Means ± ECT), assigned by different letters, are significantly different (P < 0,05). In each column, the values (Means ± ECT) with at least one letter in common are not significantly different (P > 0,05)

ASF: Simple feed based on low rice flour; AC: Compound feed based on soybean and cotton cake, maize bran and low rice flour; AN: Natural feed).

Tableau VIII : Rendement de riz WITA 9 obtenu sous trois traitements alimentaires durant 90 jours

Paramètres	Traitement alimentaires		
	AN	ASF	AC
Superficie (m ²)	1151,8	1032,6	819,2
Poids sec (kg)	344	345	347
Rendement moyen (t/ha)	2,99 ±0,14	3,34 ±0,04	4,24 ±0,19
Taux d'augmentation du rendement par rapport à AN (%)	Néant	11,71	41,81

ASF : Aliment simple à base de farine basse de riz ; AC : Aliment composé à base de tourteaux de soja et coton, son de maïs et farine basse de riz ; AN : Aliment naturel

Discussion

A l'exception des étangs témoins (AN), les différents paramètres abiotiques étudiés présentent des valeurs assez proches selon les types de traitements. L'oxygène dissous et la transparence des étangs ayant reçu l'ASF et AC ont des valeurs inférieures à celles relevées dans les traitements témoins. Ces faibles valeurs enregistrées pourraient-être en relation avec les aliments apportés régulièrement pendant le cycle de production. Ces aliments auraient entraîné une utilisation plus importante de l'oxygène par les poissons et les micro-organismes aquatiques pour leurs différentes activités biologiques. En effet, selon Arrignon (2002), la baisse des teneurs en oxygène des structures recevant les aliments de complément (AC et ASF) aux structures témoins (AN) pourrait provenir des activités de respiration des organismes du milieu et celles de la décomposition et minéralisation des matières organiques (aliments non consommés, déjections de poissons etc.) par les agents de décomposition (bactéries, protozoaires). Pour ce qui concerne les faibles transparences des eaux des étangs nourris avec les aliments de complément (AC et ASF), elles seraient la conséquence de l'abondance du phytoplancton dans les étangs due à l'enrichissement de ces milieux en sels nutritifs issus du processus de fertilisation par des aliments non consommés par les microorganismes (bactéries et les champignons) (Schlumberger & Girard,

2012). Cependant, tous les paramètres de qualité de l'eau sont conformes aux normes recommandées pour l'aquaculture tropicale (Boyd & Tucker, 1998 ; Kestemont *et al.*, 2004).

Les différences observées dans les performances de croissance et de production (Tableau V) entre les unités expérimentales pourraient être attribuées aux performances des traitements alimentaires appliqués. Les taux de croissance spécifiques (TCS) enregistrés ($1,56 \pm 0,15$ %/jour (ASF) ; $2,1 \pm 0,16$ (AC) et $1,23 \pm 0,2$ %/jour (AN)) sont supérieurs à ceux rapportés par Avit *et al.* (2012) ($0,64 \pm 0,06 - 0,67 \pm 0,23$ %/jour). Mais les TCS de la présente étude sont inférieurs à ceux de Bamba *et al.* (2015) ($2,65 \pm 0,3$ à $2,97 \pm 0,3$ %/j) obtenus avec des alevins de *O. niloticus* nourris à base de sous-produits. Les quotients nutritifs (Qn) obtenus (2,65 (AC) – 4 (ASF)) sont comparables à des valeurs rapportées par Garduno-Lugo & Olvera-Novoa (2008) (2,13 - 3,18) pour des régimes à base de sous-produits végétaux destinés à *Oreochromis niloticus*. Les taux de survie ont été acceptables et ont varié en moyenne de 68,17 % (AN) à 91 % (AC). Des taux de survie similaires chez *O. niloticus* ont été rapportés par Avit *et al.* (2014) (74,1 à 80,9 %), Fiogbé *et al.* (2009) (86,67 à 97,78 %) et Bamba *et al.* (2008) (75,49 à 92,48 %).

Les résultats de ce travail corroborent ceux de Avit *et al.* (2012 et 2014) qui ont observé des performances de croissance similaires de *O. niloticus* élevé avec des aliments à base de sous-produits végétaux en rizipisciculture. Il est intéressant de constater que les performances zootechniques des poissons décroissent significativement ($p < 0,05$) du régime AC, ASF au régime AN. Les écarts de performances de croissance observés entre les régimes AC et ASF résulteraient des teneurs en protéines, en fibres, énergie métabolisable et en lipides. Le régime AC se distingue de ASF par une teneur relativement faible en fibres (12,16 %) et de valeurs de protéines (23,08 %), d'énergie métabolisable (3,07 MJ/kg de MS) et de lipides (9,31 %) plus grandes (Tableau II). Selon Francis *et al.* (2001) et Krogdahl *et al.* (2010), les hautes teneurs en fibres alimentaires accélèrent le transit gastro-intestinal, conduisant à une faible efficacité digestive des enzymes et une réduction de la biodisponibilité des protéines, lipides et minéraux. Des résultats similaires ont été enregistrés chez *O. niloticus* nourri avec un aliment à base de sous-produits végétaux (Hilton *et al.*, 1993 ; Anderson *et al.*, 1984 ; Bamba *et al.*, 2015). Ces auteurs ont rapporté une réduction des performances de croissance et de l'efficacité de la transformation alimentaire chez cette espèce nourrie avec un aliment contenant plus de 10% de fibres. Par ailleurs, des auteurs (Du *et al.*, 2005 ; Krogdahl *et al.*, 2005) ont rapporté qu'une augmentation des teneurs en lipides dans l'aliment peut induire une économie d'utilisation des protéines chez les poissons et permettre une augmentation de leurs performances de croissance. Des résultats similaires ont été rapportés par Ghanawi *et al.* (2011) chez *Siganus rivulatus*. L'écart de performances zootechniques observé entre les régimes AC et ASF pourrait également provenir de la nature des ingrédients utilisés et de la formule ou composition des aliments. En effet, il a été démontré que la qualité (digestibilité, assimilation, etc.) d'un aliment serait améliorée par la combinaison de plusieurs sous-produits agricoles (Nguyen *et al.*, 2009 ; Burel & Médale, 2014). Or le régime ASF ne contient que de la farine basse de riz (Tableau I). L'étude de Ouattara (2004), a montré que le son de maïs génère une meilleure croissance des poissons que la farine basse de riz. Ceci porte à croire que la différence

de croissance observée résulterait vraisemblablement de la composition des aliments. Les plus faibles performances de croissance ont été observées chez les lots non nourris avec l'aliment artificiel. Ces écarts de performances de croissance entre les lots nourris avec les aliments artificiels et ceux n'ayant pas reçu ce type d'aliment pourraient être en relation avec la sous-alimentation et le déséquilibre nutritionnel affectant les performances de croissance (Dabrowski *et al.*, 2007). En effet, De Silva (1995) indique que les organismes planctoniques sont moins énergétiques mais plus protéiques (55 et 60 %). Par conséquent les lots témoins auraient bénéficié de moins de rations alimentaires et d'énergie nécessaire pour couvrir leurs besoins et assurer une bonne croissance.

Concernant la production de riz, les différences de performances de croissance et de rendement enregistrées entre les traitements pourraient être en relation avec les aliments apportés. Il pourrait s'agir de la fertilisation due aux aliments artificiels non ingérés par les poissons. En effet, la pisciculture est un mode de production qui génère des déchets (Hargreaves *et al.*, 2005). Ces étangs nourris avec les aliments seraient particulièrement plus fertiles du fait de la décomposition et minéralisation des aliments non consommés par les bactéries, protozoaires (Arrignon, 2002).

Pour ce qui concerne les aliments exogènes, d'une manière générale, les étangs nourris avec l'aliment AC ont procuré des performances de croissance et de rendement significativement meilleurs ($p < 0,05$; ANOVA 2) par rapport à ceux ayant reçu l'aliment ASF. Les écarts de performances de croissance de riz et de rendement observés entre les différents traitements alimentaires pourraient être en relation avec la composition des aliments et leur teneur en azote (protéines). Les résultats mettent en évidence à la fois les effets positifs de la combinaison de plusieurs sous-produits agricoles et de la teneur en protéine de l'aliment. En effet, les aliments AC titrant 23% (Azote (N) X 6,25) de protéine contre 13 % (Azote (N) x 6,25) pour ASF n'ont pas les mêmes valeurs en azote. L'aliment AC contient environ 3,7 % d'azote contre 2,1 % d'azote pour ASF. Il est à remarquer que les performances de croissance de riz et les rendements enregistrés croissent avec l'augmentation des teneurs en azote et le nombre de sous-produits contenus dans les aliments. En d'autres termes, la dégradation de l'aliment AC non consommé (3,7% Azote) par les poissons aurait mis à la disposition des plants de riz plus d'éléments minéraux, en l'occurrence de l'azote que l'aliment ASF (2,1 % d'azote) composé uniquement que de farine base de riz. Au regard de ce qui précède, la teneur en azote des aliments et leur composition de base pourrait être à l'origine des écarts de rendements et de performances de croissance constatés entre les traitements alimentaires. Des résultats similaires sont obtenus par Paradis (2017) à Madagascar au cours des études de l'effet du nourrissage et de l'empoissonnement des surfaces rizipiscicoles. Nos résultats sont semblables à ceux de Bouet *et al.* (2015). Ces auteurs ont obtenu des rendements de 2,36 à 3,11 t/ha de WITA 9 en Côte d'Ivoire.

Au regard des analyses de rentabilité économique, les résultats ont indiqué que l'utilisation des régimes complémentaires (ASF et AC) entraîne un gain économique grâce à de meilleures performances de croissances et d'utilisation des aliments. L'aliment complémentaire AC a eu un coût de revient plus cher que celui du régime complémentaire ASF. Toutefois, l'utilisation de ces régimes complémentaires malgré leur prix de revient pourrait se justifier en raison

des économies engendrées par leur efficacité alimentaire. L'utilisation de l'aliment complémentaire (ASF) permet une réduction des charges liées au nourrissage du tilapia par unité de gain de poids par un taux de 56,36 % comparé au régime AC. Les résultats observés pourraient être en relation avec la valeur nutritionnelle des aliments utilisés. En effet, selon New & Singholka (1985), plus le quotient nutritif (Qn) d'un aliment est bas, plus le rendement de la nourriture consommée est élevé et le coût de production lié à l'alimentation faible.

Conclusion

Les résultats de la présente étude montrent que les performances de croissance et la production de tilapia *Oreochromis niloticus* et du riz sont significativement plus élevés chez les traitements nourris avec des régimes AC et ASF, comparé au traitement soumis au régime naturel. De même, l'aliment AC contenant à la fois la farine basse de riz et d'autres sous-produits agricoles (son de maïs, tourteaux de coton et soja) offre au tilapia *O. niloticus* et au riz WITA 9, les meilleures performances de croissance et de production comparativement au régime ne contenant que de la farine à base de riz. Considérant le poste de l'alimentation comme le principal coût de production en pisciculture, l'utilisation des régimes exogènes malgré leur prix de revient élevé au kilogramme peut se justifier du fait des économies résultant des meilleures productions et de performances de croissance obtenues chez les poissons et le riz comparé au régime AN, et la contribution à une aquaculture durable par la substitution des produits de la pêche (farine de poissons principalement) par des sous-produits agricoles.

Remerciements

Cette étude a été conduite grâce à un financement de la CEDEAO. Elle a été réalisée dans le cadre du Programme d'Appui à la Transition Agro-Ecologique en Afrique de l'Ouest (PATAAO). Nous lui adressons nos sincères remerciements pour leur appui financier et logistique. Nous exprimons notre reconnaissance à M. KOUAKOU Kouadio, propriétaire de la ferme Bonoufla-kouadiokro pour avoir mis à notre disposition sa ferme. Nous exprimons notre sincère gratitude à l'ensemble du personnel de ladite ferme pour leur assistance pendant la collecte des données.

Références Bibliographiques

Aerni P. (2001). Public attitudes towards agricultural biotechnology in developing countries: A comparison between Mexico and Philippines. Cambridge, USA: Centre for international development at Harvard University. The times of India, New Delhi, 47 p.

Amian A. F., Wandan E. N., Blé M. C., Vanga A. F. and Assi-kaudjhis P. J. (2017). Etude des déterminants socioéconomiques et techniques de la pisciculture extensive en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 13 (6) : 1857-7881.

Anderson J., Jackson A. J., Matty A. J. and Capper B. S. (1984). Effects of dietary carbohydrate and fiber on the Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758). *Aquaculture*, 37 : 303-314.

Arrignon J. (2002). L'aquaculture de A à Z. Lavoisier TEC & DOC, Paris, 437 p.

Assi-kaudjhis J. P. (2009). Evaluation des réglementations et des programmes aquacoles : Côte d'Ivoire. Sustainable Aquaculture Research Networks in Sub Saharan Africa (SARNISSA), EC FP7Project, 52 p.

Avit J-B. L. F., Bony K. Y., Konan N. C., Konan K. Y., Assemien O. and Allouko J. R. (2012). Conditions écologiques de production de fingerlings de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) en association avec le riz WITA 12 en étang. *Journal of Applied Biosciences*, 58 : 4271-4284.

Avit J-B. L. F., Bony K. Y., Konan F. K., Kouassi C. N., Traoré S. and Yté W. A. (2014). Paramètres environnementaux du grossissement de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) (cichlidae, perciformes) en association avec le riz Djoukèmin (*Oryza sativa*) en étang. *Livestock Research For Rural Development*, 26 (7) : 1-12

Bamba Y., Ouattara A., DA Costa K.S. and Gourène G. (2008). Performances de croissance de juvéniles de *Oreochromis niloticus* nourris avec des résidus agricoles. *Sciences & Nature*, 5 (1) : 89-99.

Bamba Y., Ouattara N., Ouattara S., Ouattara A. and Gourène G. (2014). Effect of diets containing cocoa bean shell and coconut oil cake on the growth of *Oreochromis niloticus* (LINNE, 1758) in pond. *International Journal Biology and Chemistry Sciences*, 8 (4) : 1368-1380.

Bamba Y., Doumbia L., Ouattara S., Ouattara A., Da Costa K. S. and Gourène G. (2015). Effet de l'incorporation de sous-produits de cacao et d'arachide dans l'alimentation de tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Afrique Sciences*, 11 (5) : 172-183.

Bouet A., Amancho A. N., Kouassi N. and Anguete K. (2013). Comportement de nouvelles lignées isogéniques de riz irrigué dotées du gène de résistance (rymv 1) au RYMV en Afrique de l'Ouest : situation de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (3) : 1221-1233.

Bouet A., Gbedié N. A., Boka A. and Kouassi N. (2015). Evaluation des variétés de riz prometteuses pour la résistance à quelques contraintes biotiques majeures et leurs performances agronomiques en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9 (4) : 2041-2056.

Boyd C. E. and Tucker C. S. (1998). Pond aquaculture water quality management. Kluwer academic publishers. Massachusetts, 700 p.

Burel C. and Médale F. (2014). Quid de l'utilisation des protéines d'origine végétale en aquaculture. *Oilseeds & fats Crops and Lipids*, 21 (4) 406 : 2-15.

Dabrowski K., Arslan M., Terjesen B. F. and Zhang Y. F. (2007). The effect of dietary indispensable amino acid imbalances on feed intake: is there a sensing of deficiency and neural signalling present in fish. *Aquaculture*, 268: 136-142

De Silva S. S. and Anderson T. A. (1995). Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall, London, 319 p.

Du Z. Y., Liu Y. J., Tian L. X., Wang J. T., Wang Y. and Liang G. Y. (2005). Effect of dietary lipid level on growth, feed utilisation and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 11 : 139 - 146.

FAO (2009). L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde. www.fao.org/catalog/inter.

Fiogbe E. D., Akitikp A. B. and Accodji J-M. M. (2009). Essais de mise au point de formules alimentaires à base d'azolla (*Azolla microphylla kaulj*) et de sous-produits locaux pour la pisciculture rurale du tilapia *Oreochromis niloticus* L. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3

(2): 398-405.

Francis G., Makkar h. P. S. and Becker k. (2001). Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199: 197-227.

Garduno-Lugo M. and Olvera-Novoa M. A. (2008). Potential of the use of peanut (*Arachis hypogaea*) leaf meal as a partial replacement for fish meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research*, 39 : 1299 - 1306.

Ghanawi J., Roy L., Davis D. A. and Saoud I. P. (2011). Effects of dietary lipid levels on growth performance of marbled spinefoot rabbitfish *Siganus rivulatus*. *Aquaculture*, 310 : 395-400.

Halwart M. and Van Dam A. A. (2010). Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'ouest: Concepts, pratiques et perspectives d'avenir. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). Rome, 199 p.

Hargreaves, J. A., Tucker C. S., Thornton E. R. and Kingsbury, S. K. (2005). Characteristics and sedimentation of initial effluent discharges from excavated levee ponds for channel catfish. *Aquaculture Engineering*, 33 : 96 - 109.

Hem S., Curtis M. Y., Sene S. and Sagla C. (2008). Pisciculture extensive en Guinée forestière, modèle de développement intégré et rizipisciculture, Projet 7 ACP.GUI.104- Convention CEE/IRD. 85 p.

Hilton W., Atkinson J. L. and Slinger S. J. (1983). Effect of increased dietary fiber on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4: 81-85.

Janssen W. M. M. A. and Carré B. (1985). Influence of fibre on digestibility of poultry feeds, In *Recent advances in animal nutrition, series studies in the agricultural and food sciences*, Haresign W. and Cole D. J. N. Eds., 19th Nutrition Conference for feed manufacturers, Butterworth, London 2 - 86

Kouakou K. P-M., Muller B., Fofana A. and Guisse A. (2016). Performances agronomiques de quatre variétés de riz pluvial NERICA de plateau semées à différentes dates en zone Soudano-Sahélienne au Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, 99: 9382-9394.

Krogdahl Å., Hemre G. I. and Mommsen T. P. (2005). Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquaculture Nutrition*, 11: 103–122.

Krogdahl A., Penn M., Thorsen J., Refstie S. and Bakke A. M. (2010). Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses

in salmonids. *Aquaculture Research*, 41 : 333-344.

MINAGRI-PNR (2008). Note d'orientation et programmes de relance de l'activité rizicole en Côte d'Ivoire. Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Economie et des Finances, 31 p.

MIPARH (2009). (Ministère des Ressources Animales et Halieutiques), Plan directeur de la pêche et de l'aquaculture (PDPA). Rapport, 84 p.

MIRAH (2014). (Ministère des Ressources Animales et Halieutiques), Plan Stratégique de Développement de l'Élevage, de la Pêche et de l'Aquaculture en Côte d'Ivoire (PSDEPA 2014-2020), 102 p.

New M. B. and Singholka S. (1985). Production des crevettes d'eau douce. Manuel d'élevage de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO. Document Technique sur les techniques de pêche, Rome, 132 p.

Niaré T. and Kalossi M. (2014). La rizipisciculture au Mali: Pratiques et perspectives de l'innovation piscicole. *Tropicicultura*, 32 (3): 121-128.

Nguyen T. N., Davis D. A. and Saoud I. P. (2009). Evaluation of alternative protein sources to replace fishmeal in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis* spp. *Journal of World Aquaculture Society*, 40: 113-121.

ONDR (2010). Stratégie nationale de développement de la filière riz en Côte d'Ivoire. Office Nationale de développement de la riziculture (ONDR), Ministère de l'Agriculture, 10 p.

Ouattara N. I. (2004). Etude du potentiel aquacole d'une population du tilapia estuarien *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 isolées dans le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université de Liège, Liège, 275 p.

ParadisA. (2017). Evaluation de l'impact de l'empoisonnement et des aménagements en rizipisciculture sur la productivité du système. Mémoire de fin de cycle, Paris, 121 p

Pillay T. V. R. (1990). Aquaculture principles and practices. Fishing News Books, Oxford, London U.K., 575 p.

Schlumberger O. & Girard P. (2012). Mémento de pisciculture d'étang. (5^è eds). Editions Quae, 2013, c/o Inra, RD 10,78026Versailles Cedex. 222 p.

Sibbald I. R. (1980). The effects of dietary cellulose and sand on the combined metabolic plus endogenous energy and amino acid outputs of adult cockerels. *Poultry Science*, 59 (4) : 836-844

Tacon A. G. J. and Metian. M. (2009). Fishing for feed or fishing for food: Increasing global competition for small pelagic forage fish. *Ambio*, 38: 294-302.