



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Alimentation des lapins (*Oryctolagus cuniculus* L.) à base de *Azolla filiculoides*, *Elaeis guineensis*, *Ipomoea aquatica* et *Panicum maximum* : Effet sur la croissance des lapins et potentiel nutritif des crottes pour l'aquaculture

Richard ADANDE^{*}, Dogbè Clément ADJAHOUINO,
Mouhamadou Nourou Dine LIADY et Emile Didier FIOGBE

Laboratoire de Recherche sur les Zones Humide (URZH), Faculté des Sciences et Techniques, Département de Zoologie, Université d'Abomey-calavi (UAC), B.P.526 Cotonou, Benin.

^{*}Auteur correspondant ; E-mail: richard_adande@yahoo.fr

RESUME

Les systèmes intégrés de production constituent l'une des voies essentielles pour une agriculture durable. Cette étude a pour but d'évaluer l'effet d'une alimentation à base de *Azolla filiculoides*, *Elaeis guineensis*, *Ipomoea aquatica* et *Panicum maximum* sur les performances zootechniques des lapins et le potentiel nutritif des crottes de lapins qui en résultent sur l'aquaculture. Pour ce faire, trente-six (36) lapereaux sevrés de trois (3) semaines d'âge et pesant en moyenne $70,08 \pm 0,04$ g chacun, ont été utilisés pour l'expérimentation. Ces lapereaux ont été répartis en quatre (4) lots de trois (3) lapereaux chacun, disposés dans des cages. Le lot 1 a reçu l'aliment conventionnel VETO SA vendu sur le marché béninois (cet aliment est désigné ici R₀), les lots 2, 3 et 4 ont reçu respectivement un régime complété avec *Ipomoea aquatica* R₁ (Ia), *Elaeis guineensis* (feuille) R₂ (Eg), et *Panicum maximum* R₃ (Pm). Des toiles de moustiquaires ont été suspendues en dessous des cages pour recueillir les crottes. Les lapereaux nourris au régime complété avec *Panicum maximum* ont eu un gain moyen journalier de $76,19 \pm 8,24$ g/j contre $61,90 \pm 8,21$ g/j pour R₀ et R₂ (Eg) et $54,76 \pm 14,86$ g/j pour R₁ (Ia) par cage. Le régime complété au *Panicum maximum* donne de bonnes performances zootechniques et constitue un atout économique pour les cuniculteurs. Les ratios N/P/K des crottes observés respectivement pour R₃ (Pm), R₂ (Eg), R₁ (Ia) et R₀ sont 18/2/1, 18/1/1, 8/1/1 et 7/1/1. Le meilleur ratio des macroéléments fertilisants pour la production aquacole durable est celui obtenu avec le régime R₃ (Pm) (avec N/P = 15), mais le ratio N/P était entre 10/1 et 20/1 pour les traitements R₀, R₁ et R₂.
© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots Clés: Performances zootechniques, crottes de lapin, macroéléments fertilisants, aquaculture.

Feeding of rabbits (*Oryctolagus cuniculus* L.) based on *Azolla filiculoides*, *Elaeis guineensis*, *Ipomoea aquatica* and *Panicum maximum*: Effect on rabbit growth and nutritive potential of the resulting rabbit dung for aquaculture

ABSTRACT

Integrated production systems are one of the essential pathways for sustainable agriculture. This study aims to evaluate the effects of feeding source based on *Azolla filiculoides*, *Elaeis guineensis*, *Ipomoea aquatica* et *Panicum maximum* on zootechnical performances of rabbit and the nutritive potential of the obtained rabbit

manure on aquaculture. For this purpose, thirty-six (36) young rabbits of three (3) weeks old and weighing on average 70.08 ± 0.04 g each, were used. They were shared into four (4) groups of three (3) rabbits each, placed in cages. Group 1 received the conventional food VETO SA sold on the Beninese market (this food is designated R₀ here), groups 2, 3 and 4 respectively received a diet supplemented with *Ipomea aquatica* R₁ (Ia), *Elaeis guineensis* (leaf) R₂ (Eg), and *Panicum maximum* R₃ (Pm). Mosquito nets were hung below the cages to collect the droppings (manures). Rabbits fed with the diet supplemented with *Panicum maximum* had an average daily gain of 76.19 ± 8.24 g/d against 61.90 ± 8.21 g/d for R₀ and R₂ (Eg) and $54.76 \pm 14, 86$ g/d for R₁ (Ia) per cage. The diet supplemented with *Panicum maximum* gives good zootechnical performances and constitutes an economic asset for rabbit farmers. N/P/K ratios of the observed droppings for R₃ (Pm), R₂ (Eg), R₁ (Ia) and R₀ are respectively 18/2/1, 18/1/1, 8/1/1 and 7/1/1. The best ratio of fertilizing macroelements for sustainable aquaculture production is that obtained with rabbit manures from the R₃ diet (Pm) (with N/P = 15), but the N/P ratio was between 10/1 and 20/1 for the R₀ treatments, R₁ and R₂.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Zootechnical performance, rabbit droppings, fertilizing macroelements, aquaculture

INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, la disponibilité et la qualité des aliments à moindre coût demeurent les plus importantes contraintes de l'élevage des animaux comme le lapin, le cobaye, la volaille (Daouda et al., 2013 ; Kouakou et al., 2015). Parmi les facteurs concourant à cet état de choses figurent la rareté des sources de protéines indispensables pour la bonne croissance des animaux et l'inadaptation des infrastructures d'élevage contraignant les animaux à uriner sur leurs aliments, les rendant ainsi inconsommables (Kenfack et al., 2009).

Au Bénin, des travaux visant à améliorer l'alimentation afin d'assurer une bonne productivité et une meilleure rentabilité économique des élevages cynicoles sont en pleine expansion (Kpodékon et al., 2009, Akpo et al., 2015). Ainsi, de nombreuses plantes de zones tropicales, propices au climat du Bénin, avec de bonnes valeurs nutritives a été utilisé dans l'alimentation du lapin et a permis d'observer de bonnes performances zootechniques (ABeC, 2005 ; Akoutey et al., 2012). L'incorporation des végétaux et sous-produits locaux dans l'alimentation des animaux (cobayes, lapin, porc, volailles, poissons) a fait l'objet de plusieurs études (Kouakou et al., 2012 ; Bokossa et al., 2014 ; Hédji et al., 2015 ; Djissou et al., 2016). En effet, ces différents ingrédients constituent des sources de protéines capables de subvenir aux

besoins nutritionnels de ces êtres vivants (Brah et al., 2015). Les lapins valorisent plusieurs espèces végétales comme l'herbe à lapin (*Tridax procumbens*), la feuille de palmier (*Elaeis guineensis*), l'herbe de Guinée (*Panicum maximum*), le haricot sauvage (*Centrosema pubescens*), la feuille de patate aquatique (*Ipomoea aquatica*), les feuilles de patate douce (*Ipomoea batatas*, *Sida acuta*, *Aspilia africana*) et les sous-produits agricoles (Djago et al., 2007). Le critère de choix de ces espèces végétales et sous-produits locaux porte sur l'absence de rivalité avec l'alimentation humaine, leur disponibilité, leur accessibilité, leur digestibilité et leur utilisation.

Les progrès de la génétique, de la pathologie et de la nutrition ont favorisé et sécurisé le développement de la cuniculture (Akoutey et al., 2012). Par ailleurs, son intégration aux systèmes de production agricole en générale et piscicole en particulier pourraient contribuer non seulement à diminuer les coûts de production, à accroître les rendements et par conséquent à sécuriser l'activité agricole (Gomgnimbou et al., 2017), mais aussi à augmenter la production cynicole. L'objectif de ce travail est (i) d'étudier les performances zootechniques induites par des aliments en granulés formulés à base de *Panicum maximum*, *Elaeis guineensis*, *Ipomoea aquatica*, *Azolla filiculoides* et (ii) d'évaluer l'effet potentiel

des macroéléments fertilisants issues des crottes des lapins nourris avec ces différents régimes, sur la productivité planctonique.

MATERIEL ET METHODES

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental a été réalisé sur la Station de Recherche sur la diversification de la pisciculture du Laboratoire de Recherche sur les Zones Humides (LRZH), de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC). Au total trente-six (36) lapereaux (*Oryctolagus cuniculus* L.) âgés de trois (3) semaines sont repartis dans 12 cages en 4 triplicats dont un standard à raison de trois (3) lapereaux par cage. Ces cages en fer galvanisé de 1 m de longueur x 0,5 m de largeur x 0,5 m de hauteur, sont disposées au hasard sous un hangar éclairé par la lumière du jour. Chaque cage est munie d'une mangeoire et d'un abreuvoir en ciment cuit.

Régime alimentaire des lapins et nourrissage

Trois (03) régimes isoprotéiques ont été fabriqués sous forme de granulés, au Centre Cunicole de Recherche et d'Information (CECURI) de l'Ecole Polytechnique de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC). Ces régimes (R₁, R₂, R₃) ont été formulés respectivement à base de *Ipomea aquatica*, *Elaeis guineensis* et *Panicum maximum* tandis que l'aliment témoin R₀ a été fabriqué par le Groupe VETO Service SA du Bénin. La composition centésimale des régimes formulés (R₁, R₂, R₃) est présentée dans le Tableau 1.

Le régime R₀ est constitué de maïs, des issues (déchets) de céréales, d'un mélange de tourteaux (soja-palmiste), de BHT (Hydroxytoluène butylé) qui est un additif alimentaire), d'acides aminés, de globeltoxinbind, de calcaire, de phosphate bicalcique, et de son de riz. Les lapins ont été nourris deux fois par jour à 8 h et à 17h avec un taux de rationnement de 15% de leur biomasse (Lebas, 2012). Les biomasses ont été prises tous les sept (07) jours à 7 heures. A la veille de chaque contrôle de croissance, de l'olivitasol (complément alimentaire vitaminé)

est administré *per os* afin de diminuer le stress au cours de la pesée. Au début de l'expérience, les lapereaux soumis aux différents régimes R₀, R₁ (Ia), R₂ (Eg) et R₃ (Pm) ont par cage une biomasse moyenne de 210,24 ± 0,20 g.

Récolte et analyse des crottes de lapin

Des filets de moustiquaire sont suspendus en dessous des cages pour collecter les crottes de lapin. Celles-ci sont ensuite stockées dans des sacs en toile de jute. Les analyses ont été effectuées sur la matière organique (crotte de lapin) obtenu après séchage, réduction en poudre et sur la cendre obtenue après incinération à 550 °C pendant 24 h. Le résidu obtenu a été utilisé après dissolution dans HCl 6N, suivie d'une évaporation à 125 °C pour mesurer la concentration du P et dans une solution de HNO₃, pour mesurer la concentration de K au spectrophotomètre (DR 2800). L'azote total a été déterminé par la méthode Kjeldahl qui consiste en une digestion humide en présence de H₂SO₄ et de Selenium. Le substrat obtenu subit une distillation par entraînement de la vapeur en présence de 20 ml de NaOH, 1N. Le distillat est recueilli dans un erlenmeyer qui contient de l'acide borique et le rouge de méthyle (indicateur). Le titrage est fait avec l'acide sulfurique (H₂SO₄) 0,1N au spectrophotomètre (DR 2800) (Rodier et al., 2012).

Paramètres zootechniques déterminés

L'indice de consommation et le gain moyen quotidien ont été déterminés par les formules suivantes :

- indice de consommation (IC) =
$$\frac{\text{Quantité d'aliment distribué (Qd)}}{\text{Gain de biomasse (Gb)}}$$
- Gain moyen quotidien (GMQ) =
$$\frac{\text{poids final (Pf) - poids initial (Pi)}}{\text{durée de l'essai (D)}}$$

L'essai a duré 35 jours.

Calcul de rentabilité économique

Le calcul de la rentabilité économique pour la production d'un kilogramme de

carcasse de lapin a été fait à partir des coûts suivants :

- un revenu journalier d'un ouvrier agricole au Bénin pour la récolte de 40 kg de fougère aquatique *Azolla filiculoïdes* pendant 8 h est de 2500 FCFA soit 4,54 Dollars environ et la récolte de 40 kg de fourrages de *Panicum maximum*, des feuilles de *Elaeis guineensis* et de *Ipomoea aquatica* est de 3000 FCFA soit 5,41 Dollars US.

-un coût de production estimé à 250 FCFA (soit 0,45 Dollars US) et 200 FCFA (soit 0,36 Dollars US) par kilogramme de concentré granulé pour lapin respectivement sur le marché béninois et au Centre Cunicole de Recherche et d'Information (CECURI) à l'Ecole Polytechnique de l'Université

d'Abomey-Calavi (UAC) à la date du 03/Mars/2015.

Analyse des données

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATISTICA (Statsoft inc., Tulsa, OK). L'effet du facteur étudié a été testé à l'aide d'une analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) après vérification des conditions de normalité et d'homoscédasticité de la variance. Le cas échéant, les moyennes ont été deux à deux comparées, à l'aide du test LSD (*Least significant difference*) au seuil de 5%.

Tableau 1 : Composition centésimale des aliments expérimentaux.

Ingrédients	R ₁ (Ia)	R ₂ (Eg)	R ₃ (Pm)
Cossette manioc (%)	2	2	2
Son de maïs (%)	20	25	30
Tourteau de palmiste (%)	10	15	10
Tourteau de soja (%)	10	5	10
Tourteau de coton (%)	5	10	5
Coquille (%)	2	2	2
Drêche (%)	20	15	10
Levure de bière (%)	5	5	5
<i>Azolla fillicoides</i> (%)	10	10	15
<i>Panicum maximum</i> (%)	-		10
<i>Ipomea aquatica</i> (%)	15	-	-
<i>Elaeis guineensis</i> (%)		10	
Sel (%)	1	1	1
	100	100	100
MS (%)	15±1.22	37±1.2	28±0.51
MAT (%)	16,55±0.21	17,82±0.33	18,13±0,45

MS : Matière sèche (matière sèche en % de la matière fraîche), MAT : matière Azotée Totale. NB : Les matières azotées totales (N*6.25 ; AOAC, 2001).

RESULTATS

Performances zootechniques des lapereaux

Au cours de l'expérimentation aucun signe de morbidité ou de mortalité n'a été enregistré. Les différents régimes testés ont donné de bonnes performances zootechniques. En effet, après 35 jours, les biomasses ont atteint 2075 g R₂ (Eg), 2150 g R₁ (Ia), 2152 g R₀ et 2300 g R₃ (Pm). Les poids des lapereaux nourris aux différents des régimes R₀, R₁ (Ia), R₂ (Eg) n'ont présenté aucune différence significative ($p > 0,05$). Par contre, une différence significative est notée entre les régimes R₁ (Ia) et R₃ (Pm) ($p < 0,05$). Les gains pondéraux des lapereaux ont atteint 1575 g, 1650g et 1800 g respectivement pour les régimes R₂ (Eg), R₁ (Ia) et R₀ et R₃ (Pm). Après cinq semaines d'expérimentation, aucune différence significative n'a été observée entre les différents traitements R₀, R₁ (Ia), et R₂ (Eg) ($p > 0,05$). En revanche, une différence significative a été notée entre les traitements R₃ (Pm) et R₁ (Ia) ($P < 0,05$) à la fin de l'expérimentation. Les GMQ des lapereaux (Figure 1) sont de $54,76 \pm 14,87$ g/j pour R₁ (Ia), il est identique et égal à $61,90 \pm 8,25$ g/j pour R₀ (Vt) et R₂ (Eg) et, il est de $76,19 \pm 8,24$ g/j pour R₃ (Pm). La même tendance est observée au niveau des indices de consommation (Figure 2). En effet, ils sont de $8,23 \pm 1,85$ MS g/g PV pour R₁ (Ia) ; $7,17 \pm 1$ MS g/g PV pour R₀ ; $7,08 \pm 0,74$ MS g/g PV pour R₂ (Eg) et $5,76 \pm 0,53$ MS g/g PV pour R₃ (Pm).

Rentabilité économique

La rentabilité économique des régimes expérimentés est résumée dans le Tableau 2. Il ressort de cette analyse que l'utilisation des sous-produits et de *Panicum maximum* a entraîné une diminution des prix des aliments formulés et une augmentation de la rentabilité de la filière lapin contrairement à l'aliment conventionnel vendu sur le marché par le groupe VETO service.

Influence du régime alimentaire sur la qualité des crottes de lapin

La teneur en éléments nutritifs des crottes des lapins nourris par différents régimes alimentaires est présentée dans le Tableau 3.

Les teneurs en potassium, phosphore et azote sont significativement différentes ($p < 0,05$) entre les traitements. Le ratio en N/P/K de R₃ (Pm), R₂ (Eg), R₁ (Ia) et R₀ sont respectivement de : 18/2/1, 18/1/1, 8/1/1 et 7/1/1. Le classement général selon l'azote des différentes crottes de lapin se présente de la manière suivante : R₁ (Ia) > R₃ (Pm) > R₂ (Eg) > R₀ et pour la teneur en phosphore R₃ (Pm) > R₂ (Eg) > R₁ (Ia) > R₀. Ces résultats conduisent à un rapport N/P dont la classification est la suivante : R₁ (Ia) > R₂ (Eg) > R₁ (Ia) > R₃ (Pm). Au total, les crottes de lapin provenant d'une alimentation améliorée avec *Panicum maximum* présentent une teneur significative en phosphore ($p < 0,05$).

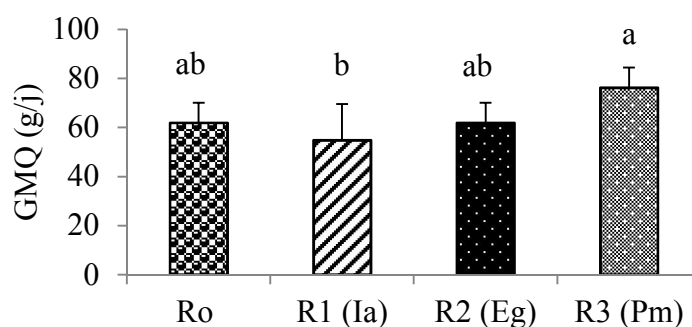


Figure 1: Gain moyen quotidien (GMQ) des lapereaux des différents régimes.

Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) selon le LSD. Description des traitements : R₀ régime alimentaire standard, R₁ (Ia) régime amélioré avec *Ipomea aquatica* ; R₂ (Eg) régime amélioré avec *Elaeis guineensis* et R₃ (Pm) régime amélioré avec *Panicum maximum*.

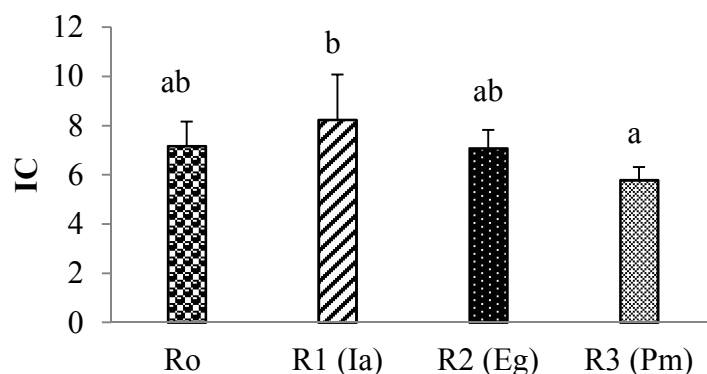


Figure 2: Indice de consommation (IC) des lapereaux des différents régimes.

Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) selon le LSD. Description des traitements : R₀ régime alimentaire standard, R₁ (Ia) régime amélioré avec *Ipomea aquatica* ; R₂ (Eg) régime amélioré avec *Elaeis guineensis* et R₃ (Pm) régime amélioré avec *Panicum maximum*.

Tableau 2 : Paramètres économiques issus des lapins nourris aux régimes expérimentaux.

	PUPV (FCFA)/kg	Coût des 40 kg (FCFA)	CAZ (FCFA)	CFG _r (FCFA)	CRF (FCFA)	CV 1kg Lapin (FCFA)	BLPr (kg)	PV (FCFA)	Bf (FCFA)
R0	-	-	-	250	250	2500	1,15	2875	375
R1 (Ia)	75	3000	62,5	87,5	150	2500	1,07	2690	190
R2 (Eg)	75	3000	62,5	92,5	155	2500	1,10	2765	265
R3 (Pm)	75	3000	62,5	97,5	160	2500	1,29	3215	715

PUPV = Prix Unitaire des principaux ingrédients végétaux = coût de récolte/quantité récoltée

CFG_r = coût de fabrication d'un kilogramme d'aliment

CAZ = coût de *Azolla filiculoides* = coût de récolte/quantité récoltée

CRF = coût de revient de la fabrication de l'aliment = CAZ + CFG_r

BLPr = Biomasse de lapin produit (kg)

CV = coût de vente

PV = Prix de vente = CV x BLPr

Bf = Bénéfice

1Dollar = 555 FCFA.

Tableau 3 : Composition chimique des crottes de lapin en fonction des régimes (mg/g).

Traitements	Nutriments (mg/g)				
	N	P	K	N : P	N : P : K
R₀	123,3±0,1c	10,3±0,0c	16,6±0,5b	11,97±0,8bc	7 : 1 : 1
R₁(Ia)	163,4±0,3a	10,4±0,0bc	21,9±0,4a	15,66±0,6a	8 : 1 : 1
R₂(Eg)	140,2±0,6b	10,6±0,1b	7,9±0,4c	13,23±0,7b	18 : 1 : 1
R₃(Pm)	150,2±0,7ab	12,6±0,0a	8,4±0,3c	11,89±0,5c	18 : 2 : 1

Les moyennes suivies de la même lettre de la même colonne ne sont pas significativement différents ($P > 0,05$) selon le LSD.

Description des traitements : R₀ régime alimentaire standard, R₁ (Ia) régime amélioré avec *Ipomea aquatica*; R₂ (Eg) régime amélioré avec *Elaeis guineensis* et R₃ (Pm) régime amélioré avec *Panicum maximum*.

DISCUSSION

Paramètres zootechniques du lapin

Le poids vif le plus élevé des lapereaux par cage a été obtenu avec le régime à base d'aliment amélioré au *Panicum maximum* ($2,16 \pm 0,28$ Kg) de poids vif. De même, le régime à base d'aliment amélioré avec *Elaeis guineensis* et le régime témoin ont un de poids vif sensiblement identique de 2,16 respectivement $\pm 0,28$ et $\pm 0,30$ Kg de poids vif. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Aboh et al. (2002) avec *Munuca pruriens* complétée avec de *Panicum maximum* (1,040 Kg) et Kpodekon et al. (2010) au cours de l'évaluation de l'influence de la teneur en tourteau de coton sur les performances zootechniques de lapin. Cette différence serait due à la qualité nutritive de l'aliment liée aux différents ingrédients utilisés. En effet, les différents régimes testés dans ces travaux couvrent les besoins nécessaires pour une bonne croissance des lapins. En revanche, il est inférieur au gain de poids obtenu par Kadi (2012) qui est de 3,7 Kg avec du foin de silla (*Hedysarum flexuosum*) en association avec des feuilles de roseau (*Phragmites australis*) dans l'alimentation des lapins en engraissement. Cette différence pourrait être d'une part due à l'âge et l'espèce de lapins et les espèces végétales utilisées d'autre part. De même, les GMQ sont largement supérieurs à ceux obtenus par Kpodekon et al. (2010). Le GMQ du régime R₃ (Pm) est supérieur aux autres (Figure 1) $76,19 \pm 8,24$ g/j contre $61,90 \pm 8,21$ g/j R₀ et R₂ (Eg) et $54,76 \pm 14,86$ g/j R₁ (Ia). En effet, l'herbe de guinée (*Panicum maximum*) est une plante bien pourvue de 13% à 26% de matières azotées totales dans la matière sèche (MS) selon l'âge (Kouakou et al., 2016). Cette plante est largement répandue sur le territoire béninois et a l'avantage de ne contenir aucun facteur antinutritionnel (N'ogoran et al., 2012). Le régime R₃ (Pm) pourrait être proposé aux agriculteurs pour une production de lapin à moindre coût. De même, les GMQ et les IC obtenus dans le cadre du présent travail, sont supérieurs et proches de ceux enregistrés dans le cas des

études de Kouakou et al. (2016) qui ont trouvé respectivement un QMG (28,8 g/j) et un IC (4,0) des lapins ayant reçu uniquement *Panicum maximum*. L'IC le plus faible ($5,78 \pm 0,52$) est enregistré au niveau du régime amélioré au *Panicum maximum* par contre le plus élevé ($8,23 \pm 1,84$) est enregistré au niveau du régime amélioré à *Ipomea aquatica*. Cela pourrait s'expliquer par le fait que l'aliment amélioré au *Panicum maximum* est bien converti et bien apprécié par les lapins. En revanche, nos valeurs sont proches de celles enregistrées par Kouakou et al. (2016) qui est de 4. Mais les IC enregistrés dans ce travail sont tous supérieurs à ceux de Martignon et al. (2009) obtenus au cours de la détermination du rôle du mode de distribution d'aliment sur les lapins.

Au terme de cette analyse, les différents régimes peuvent être utilisés pour la croissance pondérale des lapins et préférentiellement le régime amélioré au *Panicum maximum*.

Composition et potentiel des éléments nutritifs des crottes de lapin sur l'aquaculture

Les crottes de lapin issues du régime à base d'aliment amélioré au *Panicum maximum* contiennent 15 mg/L d'azote total, 1,26 mg/L de phosphates totaux et 0,84 mg/L de potassium. Ces différentes concentrations des macroéléments fertilisants du régime amélioré au *Panicum maximum* sont comparables à celles obtenues par Djago et al. (2007). Selon l'estimation approximative du bilan nutritionnel de Borchardt (1996), le meilleur ratio pour la production aquacole durable est celui obtenu avec le régime R₃ (Pm) (avec N/P = 15 et N/P/K = 18/1/1), mais le ratio N/P était entre 10/1 et 20/1 pour tous les traitements. Cependant, ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Bokossa et al. (2014) sur le fumier provenant de porcs nourris avec de l'azolla et du son de riz. Cette différence pourrait être due à la composition des régimes et à la digestibilité des rations appliquées aux animaux monogastriques. En effet, les lapins ont une physiologie digestive

complexe par rapport à d'autres herbivores et omnivores. En outre, selon Schlumberger et al. (2002) les concentrations optimales solubles d'azote et de phosphore pour une bonne production piscicole sont respectivement de 0,95 N mg/L et 0,1-0,5 P mg/L. Les différentes valeurs d'éléments fertilisants enregistrées dans le cadre du présent travail, montre que, son utilisation permet une bonne production primaire de phytoplancton, de zooplancton et ainsi que les macroinvertébrés benthiques d'eau douce (Adande et al., 2017a). Leur valorisation dans l'aquaculture constitue un atout primordial pour son développement et sa rentabilité. En effet, des larves de *Clarias gariepinus* nourries au zooplancton produit à base de ces crottes de lapin ont donné de meilleures croissances que celles nourries aux granulés d'artémia vendu sur le marché (Adande et al., 2017b). Les différentes crottes de lapin contiennent des proportions de phosphore proches de celle recommandée par Schlumberger et al. (2002) qui est de 0,5 P mg/L. En revanche, la proportion d'azote dans les différentes crottes obtenues dans ce travail est largement supérieure à la concentration proposée par les mêmes auteurs qui est de 1,4 N mg/L. Une valeur supérieure à 0,5 P mg/L pourrait être source d'eutrophisation (Adande et al., 2017 ; Struijs et al., 2010).

Il ressort de cette analyse que, pour éviter les phénomènes d'eutrophisation dans les systèmes de productions aquacoles, il va falloir à la suite de ce travail quantifier les proportions optimales de ces éléments fertilisants pour une production piscicole conséquente. En outre, les valeurs obtenues ici sont légèrement supérieures à celles obtenues par Priyadarshini et al. (2011) au cours de ces travaux sur l'influence de l'alimentation, du fumier et de leur combinaison sur la croissance des alevins de *Cyprinus carpio* qui sont de 0,0009 P mg/L et 0,015 N mg/L. Cette différence serait due à la nature du fertilisant utilisé. L'intérêt des engrais organiques réside selon, Ben et al. (2014), dans leur capacité à favoriser le développement du plancton et des macroinvertébrés, qui sont les sources

nutritives principales ou supplémentaires, pour la croissance des poissons. Ainsi les éléments comme l'azote et le phosphore constituent les principaux facteurs limitants de la production du plancton des écosystèmes aquatiques (Adande et Fiogbé, 2015). De plus, la fertilisation organique stimule la production des algues qui libèrent dans les milieux de production, des concentrations élevées d'oxygène dissous au cours de leur activité photosynthétique offrant ainsi un milieu favorable au développement des organismes (Schlumberger et al., 2002). De même, au cours des processus de décomposition de l'engrais organique en aérobie, le phosphore et l'orthophosphate sont libérés sous forme soluble (Wudtish et al., 2005). En effet, ces éléments minéraux sont cruciaux pour le développement des algues phytoplanctoniques et pourraient donc augmenter la production piscicole. Selon Abbas et al. (2010), la production brute la plus élevée des carpes a été obtenue dans les étangs fertilisés avec de l'engrais organique.

Conclusion

Les potentialités qu'offre le régime complété au *Panicum maximum* en termes de performances zootechniques constituent un atout primordial pour les cuniculteurs et la présence des macroéléments fertilisants constituent pour les agriculteurs et les pisciculteurs ruraux, une voie pour optimiser leurs rendements piscicoles et vivriers en systèmes intégrés sans intrant chimique. Les différents engrais organiques (crottes de lapin) obtenues dans la présente étude ont chacun une caractéristique intrinsèque qui mérite d'être élucidée pour le développement agronomique en général et pour l'aquaculture en particulier.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre gratitude au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique du Bénin qui a octroyé

une bourse à ADANDE Richard dans le projet « appui aux doctorant ».

REFERENCES

- Abbas S, Ahmed I, Salim M, Rehman K. 2010. Comparative effects of fertilization and supplementary feed on growth performance of three fish species. *International Journal of Agriculture and Biology*, **12** : 276-280.
- ABeC. 2005. (Association béninoise des cuniculteurs), Rapport d'activité, 1. Abomey-Calavi, 45 p.
- Aboh, AB, Olaafa M, Dossou-Gbété GSO, Dossa AD, Djagoun N. 2002. Voluntary ingestion and apparent digestibility of a ration based on *Mucuna pruriens* var. utilis seeds flour completed with forage on rabbits. *Tropicultura*, **20**: 165-169.
- Adande R, Bokossa HKJ, Liady MND, Fiogbe ED. 2017. Valorization of various sources of rabbit manure in agro-piscicultural system in Benin (West Africa): dynamics and effect of mineralization upon quality of fresh water. *Int J Recycl Org Agricult Waste*: 1-11. DOI: 10.1007/s40093-017-0170-x
- Adande R, Fiogbe ED. 2015. Utilisation des fertilisants organiques d'origine animale et végétale pour le développement de la pisciculture dans les étangs : Synthèse bibliographique. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, **2**: 281-287.
- Adande R, Liady MND, Sossoukpe E, Fiogbe ED. 2017a. Effect of different doses of rabbit manure on the abundance, growth rate and production of zooplankton in plurispecific system for fish larvae feeding. *International Journal of Aquaculture*, **7**(17): 114-118. DOI: 10.5376/ija.2017.07.0017
- Adande R, Liady MND, Tossavi CE, Fiogbe ED. 2017b. The effect of zooplankton produced using rabbit manure and artemia on the survival and growth of larvae of *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* and heteroclaris. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, **5**(5): 340-345.
- Akoutey A, Kpodekon M. 2012. Performances zootechniques de lapereaux recevant des aliments granulés contenant du *Pueraria phaseoloides*. *Tropicultura*, **30**: 161-166.
- Akpo Y, Kpodekon MT, Djago Y, Licois D. 2015. Impacts socio-économiques sur les cuniculteurs de la vaccination des lapins contre les coccidioses intestinales au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(2): 664-678. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.21>
- AOAC (Méthodes officielles d'analyse, AOAC International, Gaithersburg, USA, Méthode). 2001. Mesure du taux de protéines brutes dans les aliments pour animaux, fourrages (tissus végétaux), céréales et oléagineux avec bloc de minéralisation, catalyseur cuivre et distillation à la valeur dans l'acide borique.
- Ben M, Chahlaoui A, Rour E, Chahboune M. 2014. Diversité taxonomique et structure du macrofaune benthiques des eaux superficielles de l'oued khoumane River. Moulay idriss Zerhoun, Maroc. *J Mater Environ Sci.*, **1**: 183-198.
- Brah N, Houndonougbo MF, Issa S. 2015. Etapes et méthodes de formulation d'aliment de volaille : Une synthèse bibliographique. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(6): 2924-2931. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i6.31>
- Dahouda M, Adjolohoun S, Senou M, Toleba SS, Abou M, Vidjannagni DS, Kpodekon M, Youssao Aki. 2013. Effets des aliments contenant les folioles de *Moringa oleifera* Lam et des aliments commerciaux sur les performances de croissance des lapins (*Oryctolagus cuniculus*) et la qualité de la viande. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(5): 1838-1852. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.5>
- Djago AY, Kpodekon M, Lebas F. 2007. Association "Cuniculture" 31450 Corronsac-France Document :

- <http://www.cuniculture.info/Docs/Elevage/Tropic-01.htm>.
- Djissou ASM, Tossavi CE, Kpogue DNS, Toguyeni A, Fiogbe ED. 2016. Comparability of amino acids composition in leaves of *Azolla filiculoides*, *Moringa oleifera* and *Dialium guineensis* as sources of proteins in food of fish. *Int. Journal of Innovation and Applied Studies*, **17**: 718-725.
- Gomgnimbou APK, Coulibaly K, Sanon A, Ouattara S, Sanon W, Nacro BH, Sedogo P.M. 2017. Analysis of the same Parameters (pH, MM and DM) in the Organic Fertilizers used in the Urban Agriculture in Burkina Faso. *Int. J. Pure App. Biosci.*, **5**: 11-17. Doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2601>
- Kabir KA, Baly RL, Hasan I, Naser MDN, Shahadat MD. 2010. High density rotifer culture as live food for larval rearing in Carp hatcheries. *World Journal of Zoology*, **5**: 110-114.
- Kenfack A, Tchoumboué J, Kamtchouing P, Ngoula F. 2006. Effets de la substitution par l'arachide fourragère (*Arachis glabrata*) de l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) sur le nombre d'ovulations et les mortalités prénatales chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.) adulte. *Tropicicultura*, **24**: 143-146.
- Kouakou N'GDV, Angbo-kouakou CEM, Assidjo NE, Grongnet J.-F. 2015. Stratégies incitatives à la pratique de l'élevage des cobayes (*Cavia porcellus* L.) en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(2): 664-678. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.8>
- Kouakou NDV, Coulibaly SBM, Angbo-kouakou CEM, THYS E, Assidjo NE, Kouba M. 2016. Réduction des coûts alimentaires des lapins par la distribution de l'herbe de lait (*Euphorbia heterophylla* (L.) Klotz. & Garcke) associée à l'herbe de Guinée. *Journal of Applied Biosciences*, **99**: 9373-9381.
- Kpodekon YM, Youssao AK, Koutinhouin GB, Djago Y, Amida E. 2010. Influence de la teneur en tourteaux de coton de l'aliment d'engraissement sur les performances de croissance des lapins. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, **68**.
- Lebas F. 2012. Alimentation pratique des lapins en engraissement. *16. Cuniculture-18* : 273-281.
- Matignon MH, Combes M, Gidenne T. 2009. Rôle du mode de distribution dans une stratégie de rationnement : conséquence sur le profil d'ingestion, la croissance et la santé digestive du lapin. 13ième Journée de la Recherche Cunicole, 17-18 Novembre, Le Mans France.
- N'Goran DVK, Thys E, Danho E, Nougou Assidjo E, Grongnet JF. 2012. Effet de *Panicum maximum* sur la productivité des femelles primipares durant le cycle de reproduction chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.) *Tropicicultura*, **30**(1): 24-36.
- Priyadarshini M, Manissery JK, Gangadhar B, Keshavanath P. 2011. Influence of Feed, Manure and Their Combination on The Growth of *Cyprinus carpio* (L.) Fry and Fingerlings. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, **11**: 577-586.
- Schlumberger O, Bouretz N. 2002. Réseaux trophiques et production piscicole en étangs fertilisés (Dordogne, France). *Journal of Water Science*, **15**(1): 177-192. Doi:10.7202/705445ar
- Struijs J, De Zwart D, Posthuma L, Leuven RS, Huijbregts MA. 2010. Field Sensitivity Distribution of Macroinvertebrates for Phosphorus in Inland. *Waters Integrated Environmental Assessment and Management*, **7**: 280-286. Doi: 10.1002/ieam.141
- Wudtisin W, Boyd CE. 2005. Determination of the phosphorus fertilization rate for bluegill ponds using regression analysis. *Aquaculture Research*, **36**: 593-599. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2005.01261.x