

Utilisation d'asticots pour la production animale : Composition bromatologique et impact de leur consommation chez le coquelet à Korhogo, Côte d'Ivoire

Ouattara Howélé^{1*}, Ouattara Bazoumana¹, Méité Alassane² et Kati-Coulibaly Séraphin²

Résumé

Les déchets de poisson, les rejets d'abattoir, les déchets de mangue et les lisiers de porcs contribuent à polluer l'environnement et à augmenter les risques de maladies microbiennes et parasitaires à Korhogo. Afin de gérer durablement ces déchets, ils ont été utilisés pour produire des asticots. Cinq cent (500) g de déchets étaient placés dans différentes boîtes et déposées à l'ombre. Cinq jours après, les asticots étaient récoltés et séchés au soleil. Leur composition était déterminée et comparée à celles du tourteau de soja et de la poudre de poisson. Les trois sources protéiques (asticots, tourteau de soja et poudre de poisson) ont été utilisées pour formuler trois régimes isoprotéiques et isoénergétiques destinés à nourrir trois lots homogènes de 25 coquelets pendant 28 jours. Les rendements de production étaient meilleurs avec les substrats Déchets de Poisson (100,31 g/Kg de substrat) et Lisier de Porc (106,25 g/Kg de substrat). Quel que soit le substrat, les profils en acides aminés des asticots étaient quasi-identiques. En alimentation, chez le coquelet, ces asticots n'ont pas entraîné de mort, mais, ont engendré des performances zootechniques comparables à la poudre de poisson et meilleures que le tourteau de soja. Le coût de production a diminué de 58 FCFA/Kg pour le régime tourteau de soja et de 80 FCFA/Kg pour le régime poudre de poisson. La gestion durable des déchets passe par leur utilisation pour produire des asticots ce qui va diminuer le coût de production du poulet et augmenter les revenus des aviculteurs.

Mots clés : déchets, asticots, coquelets, performances zootechniques, Korhogo

Abstract

Use of maggots for animal production: Bromatological composition and impact of their consumption in the cockerel in Korhogo, Côte d'Ivoire

Wastes of fresh fish, slaughterhouse rejects offal, rotten mango, pigs manure contribute to pollute the environment and to increase the risk of malaria, acute respiratory diseases and diarrhea in Korhogo town. 500 g of each of these wastes were put in different boxes and placed in the shade. Five days later, the maggots were harvested and dried in the sun. Their composition was determined and compared to those of soybean meal and fish powder. Each of the three protein sources (maggots, soybean meal and fish powder) were used to formulate three diets differed by the kind of protein used, however, they contained the same amounts of protein and energy. The diets were used to feed three homogeneous batches of 25 cockerels for 28 days. Zootechnical performances were evaluated and economic costs were estimated.

Production yields were better with Fish Waste substrate (100.31 g/Kg of substrate) and Ruminant Content substrate (106.25 g/Kg of substrate). Whatever the substrate, the amino acid profiles of the maggots were almost identical. Used in cockerels alimentation, these maggots did not cause death, but they generated better zootechnical performance than when it is soybean meal which is used and equal zootechnical performance with fish powder.

The production cost was reduced by 58 FCFA/Kg when it is maggots which is used as protein sources compare to the used of soybean meal and by 80 FCFA/Kg compare to the used of fish powder. Sustainable management of these wastes imposed to use them to produce maggots this would reduce the cost of production and increase income.

Keywords: waste, maggots, cockerels, zootechnical performance, Korhogo

¹Unité de Formation et de Recherche (UFR) en Sciences Biologiques. Département de Biologie animale, Université Peleforo GON COULIBALY de Korhogo, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR Biosciences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire

*Auteur correspondant : Ouattara Howélé, Unité de Formation et de Recherche

(UFR) en Sciences Biologiques. Département de Biologie animale, Université Peleforo GON COULIBALY de Korhogo, Côte d'Ivoire.

BP 1328 Korhogo. Tel: 225-0754-4664. E-mail : ouattarahowe@gmail.com

Ouattara Bazoumana, Tél : 225-0758035836. Email : bouattus@gmail.com

Méité Alassane, Tél : 225-0708839850. Email : almeite@yahoo.fr

Kati-Coulibaly Séraphin, Tél : 0787783425. Email : skaticoulibaly@gmail.com

INTRODUCTION

Dans les villes en développement, le secteur des déchets est souvent relégué au second plan par les gouvernants et les usagers. Or, ce service est essentiel car il touche de multiples domaines : économique, sociale, sanitaire et environnemental (Brisoux et Elgorriaga, 2018). La ville de Korhogo au Nord de la Côte d'Ivoire n'échappe pas à ce phénomène. En effet, le marché de vente de poisson, l'abattoir municipal, les lieux de commercialisation de mangues et les élevages de porcs à la périphérie de cette ville génèrent d'importantes quantités de déchets. Ces derniers non collectés peuvent être à l'origine

de la propagation d'agents vecteurs de nombreuses maladies microbiennes et parasitaires (Koné-Bodou *et al.*, 2019).

De plus, on constate, qu'en Afrique en général et en Côte d'Ivoire en particulier, le développement de l'élevage se trouve freiné par les coûts élevés des ingrédients surtout protéiques entrant dans la formulation des aliments pour bétail (Hardouin, 1986 ; Loa, 2000). En effet, la plupart des intrants de nature protéique (tourteau de soja et poudre de poissons) sont importés à des prix exorbitants. A cette situation, s'ajoute la compétition entre l'Homme et l'animal pour les mêmes ressources alimentaires (Mpoame *et al.*, 2004 ; Bouafou *et al.*, 2011). Ainsi, les coûts

de productions des animaux d'élevage deviennent trop élevés empêchant donc le développement du secteur. Or, des déchets organiques non collectés sont abondants à la périphérie et à l'intérieur des grandes villes comme Korhogo.

L'utilisation des déchets organiques pour la production d'asticots semble donc être la meilleure manière de leur gestion durable car ils peuvent être produits en grande quantité à partir d'une large gamme de sous-produits agricoles et de déchets d'origine animale selon leur disponibilité (**Bouafou, 2011**) et sans dépenses majeures (**Mangunga, 2013**).

Des travaux antérieurs ont montré l'efficacité de plusieurs substrats (contenu de la panse des ruminants, de déjections animales, drêches diverses et déchets de restaurants) dans la production d'asticots (**Ekoue et Hadzi, 2000 ; Mpoame et al., 2004 ; Bouafou et al., 2006**) dans des zones de conditions climatiques relativement différentes de celles de Korhogo qui

s'avère être à la fois la plus importante zone de production de mangues et l'une des plus importantes zones d'élevage de bovins et de porcs. Aussi, l'installation de nombreux barrages dans la région a rendu l'activité de pêche importante si bien qu'il existe un marché de vente de poissons. Par conséquent, on constate des rejets (mangues pourries, déchets de poissons, lisier de porc, contenu de bœufs abattus) n'ayant aucune valeur marchande mais qui participent à la pollution de l'environnement et pourraient être utilisés pour la production d'asticots afin de constituer une source protéique pour l'alimentation animale.

De plus, aucune étude de production d'asticots à partir des rejets n'a été effectuée dans cette zone qui présente des conditions climatiques particulières notamment des températures très élevées et une pluviométrie réduite (**Anonyme, 2013**) qui pourraient influencer la quantité et la qualité des asticots produits selon le substrat.

L'objectif de ce travail est de contribuer à une gestion durable des déchets produits sur ces sites et à améliorer la production de volaille par la réduction du coût des intrants protéiques.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Présentation de la zone d'étude

L'étude s'est déroulée à Korhogo la plus grande ville du nord de la Côte d'Ivoire (9°22'41" Nord et 5°38'19" Ouest). Le climat de cette région est de type tropical sec marqué par des températures moyennes élevées et une humidité de l'air parmi les plus faibles du pays (**SODEXAM, 2020**) ce qui est différent des zones où des études ont été déjà réalisées sur la production d'asticots.

Site d'élevage des poulets

Le site d'étude est une ferme avicole située à la périphérie de la ville de Korhogo. Un bâtiment de superficie de 24 m², avec pour longueur 6 m pour largeur 4 m et pour hauteur 3 m, a été utilisé. Ce bâtiment a été divisé à trois loges de dimensions égales. Les côtés du bâtiment sont faits de mur ayant des claustras et ce mur est surmonté de grillage. La toiture est faite de tôles.

MATÉRIEL

Différents substrats utilisés

Quatre types de substrats, récoltés au cours de la période de février à mars 2023, ont été utilisés. Il s'agit de :

- Le lisier de porc a été récolté sur les sites d'élevage des porcs. La collecte du substrat est effectuée la veille de l'essai et stocké dans des sacs afin d'éviter l'ensemencement précoce par les mouches.

- Le contenu ruminal a été récupéré à l'abattoir de Korhogo aussitôt que les bovins étaient abattus et transporté également dans des sacs.

- Les déchets de poisson ont été récoltés au marché de vente de poisson frais issu des pêches dans les barrages de la région de Korhogo. Les organes non consommables par l'Homme rejetés après nettoyage et nous les avons récupérés.

- Les déchets de mangues, en état de pourriture, déversés aux alentours des usines sont récupérés.

Matériel animal

Il était constitué de poussins d'un jour mâles de souche ISA BROWN communément appelés coquelets achetés chez la société IVOGRAIN (Côte d'Ivoire).

Produits de consommation (aliments pour volailles)

Les produits utilisés au cours de l'élevage étaient constitués de :

- L'aliment galdus, pour le démarrage, acquis auprès de la société IVOGRAIN ;

- Différents ingrédients alimentaires ayant servi pour la formulation des régimes expérimentaux : maïs sec concassé, poudre de coquillage, huile de palme, son de maïs, tourteau de soja et poudre de poisson achetés dans le commerce. La poudre d'asticot a été obtenue à partir des asticots produits sur les différents déchets qui ont servis de substrats.

Les ingrédients protéiques que sont le tourteau de soja, la poudre de poisson et la poudre d'asticots ont été employés différemment comme bases de protéines pour les trois régimes qui ont été formulés.

MÉTHODES

Production des asticots et obtention de la poudre d'asticots

Les asticots ont été produits selon la méthode décrite par **Bouafou et al. (2006)** à l'air libre sous des arbres ombragés ou les diptères de la zone venaient se poser et pondre les œufs. Ainsi, des bocaux (16) constituant les récipients de production ont été répartis en quatre lots correspondant au nombre de substrats à utiliser que sont soit le lisier de porc (LP), soit le contenu ruminal de bœuf (CR), soit le déchet de poisson (DP) ou soit encore le déchet de mangue (DM). Dans chaque bocal était introduit une même quantité de 500 g de substrat selon le lot de production (LP, CR, DP et DM).

Les bocaux contenant les substrats ont été ensuite exposés aux environ de 8 heures du matin à la ponte des mouches à l'air libre dans un endroit ombragé et à l'abri des intempéries. Après 24

heures d'exposition, les différents substrats ont été couverts de sac en forme de bâche afin d'obtenir des asticots de taille homogène. L'extraction des asticots a été faite le 5^{ème} jour pour éviter que ceux-ci se transforment en pupe a consisté à verser tout le mélange de larves et de substrat dans une passoire en plastique reposant sur un récipient en plastique. Les larves migrent à travers les mailles de la passoire et tombent dans le récipient en plastique. Les asticots ainsi extraits ont été rincés puis transférés dans de l'eau bouillante pendant cinq minutes. Ils ont été recueillis par la suite et égouttés pour être séchés au soleil pendant 72 heures. Cette expérimentation a été répétée deux fois. Le rendement de production sur chaque substrat a été calculé avant que les asticots ne soient réduits en poudre (Ouedraogo *et al.*, 2015).

Analyse des poudres d'asticots

Les paramètres physicochimiques des différentes poudres d'asticots ont été déterminés différemment grâce aux méthodes BIPEA (1976) et AOAC (1990). Les teneurs en acides aminés et en acides gras ont été déterminées grâce à la méthode de chromatographie en phase gazeuse.

Production en masse des asticots

Afin de disposer d'une grande quantité d'asticots pour l'alimentation des coquelets d'expérimentation, une production importante de ceux-ci a été réalisée. A cet effet, la méthodologie déjà décrite a été adoptée tout en augmentant les substrats afin d'obtenir une quantité suffisante d'asticots. Ainsi, environ 200 kilogrammes d'asticots ont été produits sur les différents types de substrat en utilisant d'énormes quantités de déchets puis mélangés (la qualité des asticots produits n'étaient pas différents d'un substrat à l'autre d'après l'analyse déjà effectuée).

Détermination des principaux paramètres physicochimiques des ingrédients protéiques

Des échantillons de poudres d'asticots produits en masse ainsi que la poudre de poisson et de tourteau de soja ont été prélevés et analysés au laboratoire. L'analyse des ingrédients a porté sur la détermination de la teneur en eau, en matière sèche (MS), en matière grasse (MG), en cendres brutes (CB) et en protéines brutes (PB). Elle est effectuée grâce aux méthodes BIPEA (1976) et AOAC (1990).

Formulation des régimes d'expérimentation

A partir des résultats de l'analyse physicochimique des ingrédients protéiques qui a donné respectivement comme valeur protéique $46,32 \pm 0,03$ % pour la poudre de poisson, $47,12 \pm 0,06$ % pour la poudre d'asticots globales et $74,21$ % pour les tourteaux de soja rapportée par la société IVOGRAIN, trois (3) régimes iso-protéiques et iso-énergétiques de type croissance ont été formulés. Il s'agit du régime soja (Rs), du régime poisson (Rp) et du régime asticots (Ras) dans lesquelles le tourteau de soja, la poudre de poisson et la poudre d'asticots ont été respectivement utilisés comme sources protéiques.

La préparation consistait à mélanger manuellement les quantités des différentes matières premières choisies d'abord les ingrédients à faible proportion pour obtenir un pré mélange auquel on ajoutait par la suite les ingrédients qui sont en proportion relativement importante de façon à avoir un mélange d'aliments bien homogène. Le **tableau I** donne la composition des différentes matières premières utilisées pour la formulation d'un kilogramme de chaque régime. La **figure 1** montre les différents régimes formulés.

Tableau I : Quantité des matières premières pour la formulation d'un kilogramme des différents régimes isoprotéiques et isoénergétiques

Matières premières (en g)	Régime soja (Rs)	Régime poisson (Rp)	Régime asticots (Ras)
Maïs jaune	596,14	534,44	546,83
Poudre de poisson	0	388,6	0
Tourteau de soja	257,14	0	0
Poudre d'asticots	0	0	382
Son de maïs	99,22	4,96	4,17
Huile de palme	35	60	55
Coquillage	12	12	12



Figure 1 : Différents régimes utilisés lors de l'expérimentation

- A** : Régime à source protéique le tourteau de soja
B : Régime à source protéique la poudre de poisson
C : Régime à source protéique la poudre d'asticots

Préparation du bâtiment et du matériel d'élevage

Une semaine avant l'installation des poussins, le bâtiment d'élevage et les équipements ont été nettoyés désinfectés à l'eau de javel. Trois jours avant la mise en place des sujets, une deuxième désinfection du bâtiment par un virucide a été faite par pulvérisation. A la veille de l'arrivée des poussins, une couche de litière a été déposée au sol, les abreuvoirs et les mangeoires ont été installés et les systèmes d'éclairage et de chauffage ont été mis en place.

Réception des poussins

A l'arrivée, les poussins ont été installés dans une poussinière où ils ont été élevés dans une même loge durant quatre semaines. Tous les poussins ont été soumis pendant tout leur cycle de vie au programme de prophylaxie en vigueur.

Transfert et mise en lots des poussins

Au 30^{ème} jour d'élevage, les poussins ont été pesés individuellement. Un total de 75 poussins mis à notre disposition ont été répartis

en trois lots de 25 sujets chacun, ce qui a constitué les lots d'expérimentation. La densité d'élevage par lot était de 5 sujets/m².

Programme d'alimentation et d'abreuvement

Au début de l'expérimentation, les poussins étaient nourris pendant les 29 premiers jours avec l'aliment démarrage produit et commercialisé par la société « Ivograin » (Côte d'Ivoire). Du 30^{ème} au 60^{ème} jour, les animaux ont été nourris aux aliments expérimentaux précédemment formulés. Chaque lot de poulets a été soumis à un seul type de régime alimentaire durant toute la période d'essai. L'eau de boisson était servie à volonté.

Observations pendant l'expérimentation

Des observations visuelles étaient effectuées durant toute la durée de l'expérimentation. Elles portaient sur la mobilité des oiseaux, l'aspect des fientes et la détermination du nombre de morts.

Méthodes d'évaluation des paramètres zootechniques et de consommation de nourriture

Les paramètres évalués au cours de cette étude concernent la croissance pondérale des coquelets, le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation alimentaire (IC). Les pesées individuelles des coquelets étaient hebdomadaires. Les quantités d'aliments consommées et celles restantes étaient pesées quotidiennement. La quantité d'aliment consommé était déterminée en faisant la différence entre la quantité d'aliment consommée et celle qui reste. Le calcul des paramètres zootechniques était effectué selon les formules relatives par **Villemin (1984)**.

□ **Consommation alimentaire**

Elle est obtenue par la formule :

$$CA = \frac{\text{Quantité d'aliment distribuée (g)} - \text{Quantité d'aliment refusée (g)}}{\text{Nombre de sujets}}$$

□ **Poids vifs moyen**

Le poids vif moyen est le rapport de la somme des poids des individus d'un même lot par leur effectif.

$$\text{Poids vifs moyen} = \frac{\text{Somme des poids des individus d'un même lot}}{\text{Effectif du lot}}$$

□ **Gain moyen quotidien (GMQ)**

Le gain moyen quotidien est le rapport entre le gain de poids pendant une période sur la durée correspondante. Il a été calculé suivant la formule :

$$GMQ = \frac{\text{gain de poids pendant une période (g)}}{\text{Durée pendant cette période}}$$

□ **Indice de consommation (IC)**

C'est le rapport entre la quantité d'aliment consommé sur une période donnée et le gain de poids correspondant à cette période.

$$IC = \frac{\text{Quantité d'aliment consommé pendant une période donnée (g)}}{\text{gain de poids pendant cette période (g)}}$$

□ **Taux de Mortalité (TM)**

Le taux de mortalité (%) correspond au rapport du nombre total de mort sur l'effectif initial des sujets exposés.

$$TM (\%) = \frac{\text{Nombre de mort}}{\text{Effectif initial}} \times 100$$

Évaluation économique

Le coût de production d'un kilogramme d'aliment a été obtenu en faisant la somme des coûts estimés de la quantité de chaque ingrédient utilisé pour formuler un kilogramme d'aliment.

Analyses statistiques

Pour comparer les moyennes, une analyse de variance à un facteur a été faite en utilisant le logiciel Statistica version 7.1. Les analyses des données qualitatives et la comparaison des proportions ont été effectuées grâce au logiciel R. Les courbes ont été tracées à l'aide du logiciel Graph Pad Prism. Le seuil de significativité a été fixé à 5 %.

RÉSULTATS

Rendement de production des asticots

Pour la première répétition, le rendement était nul pour le substrat M. Il était de 90 g/ Kg de substrat pour le substrat DP, de 11,85 g/ Kg de substrat pour le substrat CR et de 55,60 g/ Kg de substrat pour le substrat LP. Le rendement obtenu sur le substrat DP était significativement élevé ($p \leq 0,05$) que celui obtenu sur le substrat LP qui lui-même était significativement élevé ($p \leq 0,05$) que celui obtenu sur le substrat CR.

Pour la deuxième répétition, le rendement était de 1,25 g/ Kg de substrat pour le substrat M. Celui obtenu sur le substrat DP était de 100,31 g/ Kg de substrat et celui du substrat CR était de 22,38 g/ Kg de substrat. Enfin, le rendement obtenu sur le substrat LP était de 106,25 g/ Kg de substrat. Il n'y avait pas de différence significative ($p \geq 0,05$) entre le rendement du substrat DP et celui du substrat LP. Par contre, les rendements des substrats LP et DP étaient significativement élevés ($p \leq 0,05$) que ceux obtenus sur les substrats M et CR. Quant à celui du substrat CR, il était significativement plus élevé ($p \leq 0,05$) que celui obtenu sur le substrat M. L'ensemble de ces résultats sont présentés à la figure 2.

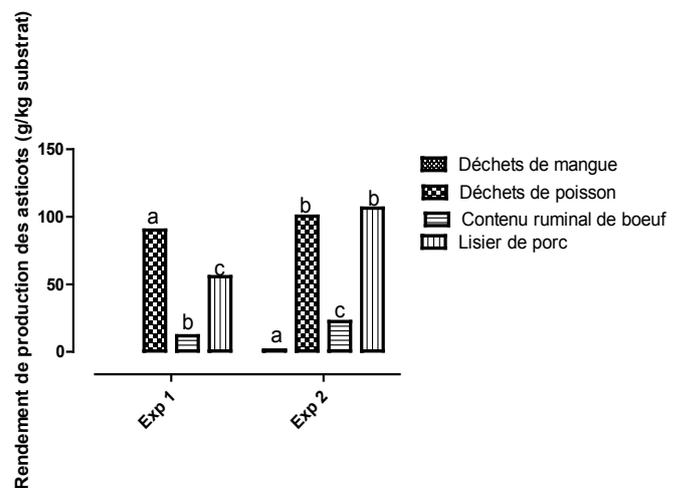


Figure 2 : Rendement de production des asticots en fonction du substrat. Les histogrammes affectés de lettres différentes sont significativement différents par contre ceux affectés des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de significativité de 0,05.

Teneur en Matière Sèche (MS)

Les résultats concernant le taux de MS sont représentés à la Figure 3.

Pour la première répétition, il n'y avait pas d'asticots récoltés sur le substrat M ce qui fait que le taux de matière sèche n'a pas pu être estimé. Pour une masse de 180 g d'asticots frais récoltés sur le substrat DP, il a été obtenu 31,41 g de MS ce qui correspond à une teneur en matière sèche de 17,45 g MS/100 g d'asticots frais. Avec le substrat CR, la masse d'asticots frais récoltée qui était de 23,7 g a permis d'obtenir 55,46 g de MS ce qui correspond à 57,46 g MS/100 g d'asticots frais. Dans le cas du substrat LP, 27 g de MS soit 24,28 g MS/100 g d'asticots frais ont été obtenus à partir de 111,2 g d'asticots frais.

La teneur en MS des asticots du substrat CR était significativement élevée ($p \leq 0,05$) que ceux des asticots obtenus sur les substrats LP et DP. Quant aux teneurs en MS des asticots récoltés sur les substrats DP et LP, elles n'étaient pas significativement différentes ($p \geq 0,05$).

Dans le cas de la deuxième répétition, sur le substrat DM, il a été obtenu 2 g d'asticots frais et la quantité de MS contenue dans ces asticots était 0,14 g ce qui correspond à 7 g MS/100 g d'asticots frais. Pour une masse de 160,5 g d'asticots frais récoltés sur le substrat DP, 35,8 g de MS ont été obtenus soit 18,61 g MS/100 g d'asticots frais. Pour le substrat CR, la masse d'asticots frais était de 23,7 g et la matière sèche qui en n'a résulté était de 55,46 g de MS ce qui correspond à 57,46 g MS/100 g d'asticots frais. Quant au substrat LP, il a permis d'obtenir 170 g d'asticots frais et la MS résultant était de 46,6 g soit 74,35 g de MS/100 g d'asticots frais. La teneur en MS des asticots du substrat CR était significativement élevée ($p \leq 0,05$) que ceux des asticots obtenus sur les substrats LP, DP et DM. Celle des asticots du substrat LP était significativement élevée ($p \leq 0,05$) que ceux des substrats DP et DM. Quant aux teneurs en MS des asticots des substrats DP et M, elles n'étaient pas significativement différentes ($p \geq 0,05$).

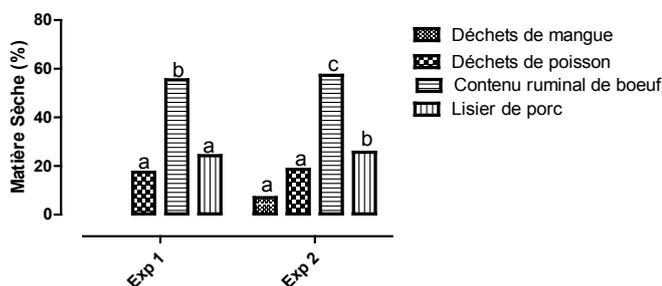


Figure 3 : Taux de matière sèche dans les asticots en fonction du type de substrat

Les histogrammes affectés de lettres différentes sont significativement différents par contre ceux affectés des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de significativité de 0,05.

Taux d'humidité

Les résultats de la teneur en eau des asticots sont représentés à la figure 4.

Pour la première répétition, il n'y avait pas eu de production

d'asticots sur le substrat M. La teneur en humidité des asticots récoltés sur le substrat DP était de 82,55 %. La teneur en humidité des asticots récoltés sur le substrat CR était de 42,53 % et celle des asticots récoltés sur le substrat LP était de 75,72 %. Les taux d'humidité des asticots récoltés sur les substrats DP et LP étaient significativement élevés ($p \leq 0,05$) que celui des asticots récoltés sur le substrat CR. Quant aux taux d'humidité des asticots récoltés sur les substrats DP et LP, ils n'étaient pas significativement différents ($p \geq 0,05$).

Pour la deuxième répétition, le taux d'humidité était de 93 % pour les asticots récoltés sur le substrat DM. Ce taux était de 81,31 % pour les asticots récoltés sur le substrat DP, de 42,74 % pour les asticots récoltés sur le substrat CR et de 74,35 % pour les asticots récoltés sur le substrat LP. Les taux d'humidité des asticots récoltés sur les substrats DM, DP et LP n'étaient pas significativement différents ($p \geq 0,05$) entre eux. Ces taux d'humidité étaient significativement élevés ($p \leq 0,05$) que le taux d'humidité des asticots récoltés sur le substrat CR.

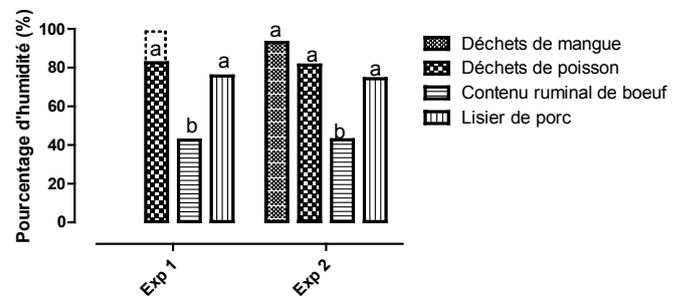


Figure 4 : Taux d'humidité dans les asticots en fonction du type de substrat

Les histogrammes affectés de lettres différentes sont significativement différents par contre ceux affectés des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de significativité de 0,05.

Quantification de quelques acides aminés et vitamines contenus dans les asticots produits selon le substrat

La composition en acides aminés des asticots selon le type de substrat a été déterminée en g/100 g de MS. Selon les étalons à notre disposition, les acides aminés qui ont été détectés sont l'acide glutamique, l'arginine, la proline, la cystéine et la valine. L'analyse par Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) indique que les asticots obtenus à partir des différents substrats contiennent la vitamine A et des vitamines du groupe B que sont la vitamine B1, la vitamine B2 et la vitamine B12 (Tableau II). Il ressort des analyses que la quantité d'acide glutamique contenue dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat LP est supérieure à celle contenue dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat CR alors que celle-ci en contient plus que les asticots récoltés sur le substrat DP. La quantité d'arginine contenue dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat LP est élevée que la quantité d'arginine dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat DP mais cette quantité d'arginine dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat DP est plus élevée que la quantité d'arginine contenue dans la poudre d'asticots récoltée sur le substrat CR. Les asticots récoltés sur le substrat DP contiennent une grande quantité de

proline que les asticots récoltés sur le substrat CR. Ces asticots récoltés sur le substrat DP sont plus riches en proline que les asticots récoltés sur le substrat LP. La cystéine est à un taux plus élevé dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat LP par rapport à la quantité contenue dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat DP et la poudre des asticots récoltés sur le substrat DP possède une plus grande quantité de cystéine que la poudre des asticots récoltés sur le substrat CR. La poudre des asticots issus du substrat LP a une quantité de valine supérieure à celle des asticots récoltés sur le substrat DP. Les asticots du substrat CR moulus ne contiennent pas de valine. La quantité de vitamine A contenue dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat DP est supérieure à la quantité contenue dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat LP alors que cette quantité de vitamine A contenue dans les asticots récoltés sur le substrat LP est supérieure à celle contenue dans les asticots récoltés sur le substrat CR. La quantité de vitamine B1 contenue dans la poudre des asticots récoltés sur le substrat DP est encore supérieure à la quantité contenue dans les asticots récoltés sur le substrat CR qui est à son tour supérieure à la quantité contenue dans les asticots récoltés sur le substrat LP. En ce qui concerne la quantité de vitamine B2, elle est plus élevée dans les asticots moulus récoltés sur le substrat LP que ceux récoltés sur le substrat DP lesquels asticots sont plus riches en vitamine B2 que les asticots récoltés sur le substrat CR. Enfin, la quantité de vitamine B12 est plus élevée pour les asticots du substrat LP que ceux du substrat CR. Les asticots du substrat CR contiennent plus de vitamine B12 que les asticots du substrat DP. La composition chimique des asticots du substrat M n'a pas pu être déterminée. Le tableau II donne la proportion d'acides aminés et de vitamines dosés.

Tableau II : Quelques acides aminés et vitamines contenus dans les asticots récoltés sur les différents substrats.

	Composés chimiques	DP	CR	LP
		Acide glutamique	3,4491	4,8644
Acides aminés (g/100g MS)	Arginine	6,6323	2,9433	7,7269
	Proline	4,1097	2,8149	2,5985
	Cystéine	2,8308	0,2895	4,3819
	Valine	4,5984		5,4475
	Vitamine A	1,4787	0,3003	0,6348
Vitamines (g/100g MS)	Vitamine B1	1,7753	0,7363	1,5000
	Vitamine B2	1,0044	0,3819	1,5286
	Vitamine B12	0,0226	0,0271	0,4488

Composition chimique des ingrédients à forte valeur protéique

Les résultats obtenus après analyse des différents ingrédients de nature protéique sont consignés dans le Tableau III. Il

ressort de ces derniers, que le tourteau de soja est plus riche en protéines brutes que la poudre de poisson et la poudre d'asticots alors que la poudre de poissons et celle d'asticots ont quasiment les mêmes teneurs en protéines brutes. Les teneurs en protéines sont de 74,21 %, 46,32±0,03 % et 47,12±0,06 % respectivement pour le tourteau de soja, la poudre de poisson et la poudre d'asticots. La poudre de poisson et la poudre d'asticots sont particulièrement plus riches en matières grasses et en cendres que le tourteau de soja.

Tableau III : Composition chimique des ingrédients à forte valeur protéique

Nutriments	Tourteau de soja	Poudre de poisson	Poudre d'asticots
Humidité (%H)	11,91	07,87±0,11	11,06±0,61
Matière sèche (%MS)	88,09	92,13±0,11	88,93±0,61
Matière grasse (%MG)	02,24	10,33±0,11	27,53±0,7
Protéines brutes (%PB)	74,21	46,32±0,03	47,12±0,06
Cendres (%C)	06,36	25,95±2,85	09,53±0,11
Glucides (%)	05,28	09,53	04,76

Évaluation de l'état sanitaire des coquelets

Les coquelets nourris avec les différents régimes alimentaires constitués avaient un aspect globalement normal durant toute la durée de l'expérimentation. Aucune mortalité n'a été relevée pendant l'expérimentation quel que soit le régime consommé. Cependant, quelques cas de diarrhées ont été constatées de façon générale à la 6^{ème} semaine de l'expérimentation (Tableau IV).

Tableau IV : État sanitaire des coquelets

Observation		Régimes alimentaires		
		Rs	Rp	Ras
Mortalité	6 ^{ème} semaine	0	0	0
	8 ^{ème} semaine	0	0	0
Diarrhée	6 ^{ème} semaine	- +	- +	- +
	8 ^{ème} semaine	-	-	-
Pelage	6 ^{ème} semaine	Normal	Normal	Normal
	8 ^{ème} semaine	Normal	Normal	Normal

0 : pas de mortalité ; -+ : légère diarrhée ; - : pas de diarrhée
 0 : no mortality ; -+ : mild diarrhea ; - : no diarrhea

Évaluation des performances pondérales des coquelets

Les résultats concernant le poids vif des sujets nourris à base des différents aliments sont consignés dans le Tableau V. Au début de l'expérimentation (4^{ème} semaine), il n'y avait pas de différence significative (p ≥ 0,05) entre les poids vifs moyens des poussins par lot. Par contre, une différence significative (p ≤ 0,05) a été notée dans le cas de la consommation du régime soja (Rs) de la 6^{ème} à la 8^{ème} semaine par rapport à la consommation des autres régimes. Cependant, aucune différence significative (p ≥ 0,05) de poids n'a été observée chez les animaux consommant les régimes Rp et Ras.

Les GMQ obtenus dans les différents régimes alimentaires sont consignés dans le Tableau VI. Durant la première semaine de l'essai (4^{ème} semaine), il n'y avait pas de différence significative ($p \geq 0,05$) de gains moyens quotidiens quel que soit le lot de coquelet. De la quatrième à la huitième semaine d'expérimentation, le GMQ a varié significativement ($p \leq 0,05$) entre les différents lots en fonction du régime alimentaire et les valeurs les plus élevées ont été enregistrées chez les coquelets ayant reçu le régime Rp et Ras à la 6^{ème} et 8^{ème} semaine.

Tableau V : Poids vifs (g) des oiseaux selon les régimes alimentaires

Poids vif (g)	Régimes alimentaires expérimentales		
	Rs	Rp	Ras
4 ^{ème} semaine	339,6±34,6 ^a	353,2±48,5 ^a	335±18,7 ^a
6 ^{ème} semaine	427,8±50,1 ^a	530±38,6 ^b	494,2±41,9 ^b
8 ^{ème} semaine	539,8±82,6 ^a	794±47,9 ^b	770,4±76,1 ^b

a et b : les valeurs portant différentes lettres sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %

Tableau VI : Variation du GMQ en fonction des régimes alimentaires

GMQ (g/j)	Régimes alimentaires expérimentales		
	Rs	Rp	Ras
4 ^{ème} semaine	9,82±1,15 ^a	10,02±0,95 ^a	9,67±0,62 ^a
6 ^{ème} semaine	9,51±1,11 ^a	13,17±0,73 ^b	11,37±1,66 ^c
8 ^{ème} semaine	4,86±2,32 ^a	18,86±0,66 ^b	19,73±2,46 ^b

a, b, c : les valeurs portant différentes lettres sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %

Évaluation de la consommation alimentaire et de l'indice de consommation

Les résultats de la consommation alimentaire des coquelets sont présentés dans le Tableau VII tandis que les indices de consommation sont présentés dans le tableau VIII. Les coquelets ayant consommé le régime soja (Rs) ont enregistré les valeurs de consommation alimentaire les plus élevées pendant la première semaine d'expérimentation. Cependant, les coquelets ayant consommé soit le régime poisson (Rp) soit le régime asticot (Ras) ont présenté les valeurs les plus élevées durant tout le reste de la période d'expérimentation. Ces variations ont été significatives à la 5^{ème} et 6^{ème} semaine d'expérimentation ($p \leq 0,05$). En ce qui concerne l'indice de consommation, les coquelets ayant consommé le régime asticot ont enregistré les plus faibles indices de consommation lors de l'expérimentation ($p \leq 0,05$). Les coquelets ayant consommé le régime soja ont enregistré les valeurs d'indice de consommation les plus élevées.

Tableau VII : Consommation alimentaire moyenne par individu

Consommation alimentaire (g/j/sujet)	Régimes alimentaires expérimentales		
	Rs	Rp	Ras
4 ^{ème} semaine	33,2 ^a	16,16 ^b	25,8 ^c
6 ^{ème} semaine	15,8 ^a	33,8 ^b	21,2 ^c
8 ^{ème} semaine	23 ^a	35,8 ^b	27,6 ^c

a, b, c : les valeurs portant différentes lettres sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau VIII : Évolution de l'indice de consommation

Consommation alimentaire (g/j)	Régimes alimentaires expérimentales		
	Rs	Rp	Ras
6 ^{ème} semaine	2,5 ^a	2,6 ^a	1,6 ^b
8 ^{ème} semaine	2,85 ^a	1,9 ^b	1,4 ^b

a et b : les valeurs portant différentes lettres sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5%

Évaluation de la marge économique

Les résultats économiques obtenus par régime alimentaire sont présentés dans le Tableau IX. Il a été constaté que le prix du kilogramme d'aliment contenant la poudre d'asticots était moins chère (202 FCFA/Kg) que celui du régime soja (260 FCFA/Kg) qui était lui-même moins chère que celui du régime poisson (291 FCFA/Kg). Le coût de production dans le cas du régime à source protéique à base de poudre d'asticots était diminué de ;

- 58 FCFA/Kg par rapport au régime contenant du tourteau de soja ;
- 89 FCFA/Kg par rapport au régime contenant de la poudre de poisson.

Tableau IX : Coûts des matières premières et des régimes alimentaires expérimentaux

Ingrédients	PU (FCFA/Kg)	Coût de chaque ingrédient (FCFA/Kg d'aliment Formulé)		
		Rs	Rp	Ras
Maïs jaune	200	120	107	110
Tourteau de soja	360	93	0	0
Poudre de poisson	300	0	117	0
Production asticots	82	0	0	31
Son de maïs	100	10	5	4
Huile de palme	1000	35	60	55
Coquillage	120	2	2	2
Prix/kg d'aliment (FCFA)		260	291	202
Marge bénéficiaire brute/soja				58 FCFA/Kg
Marge bénéficiaire brute/poisson				89 FCFA/Kg

DISCUSSION

Le faible rendement de production d'asticots sur le substrat Déchets de mangues (DM) par rapport aux autres substrats s'expliquerait par le fait que les mangues sont pauvres en protéines, le principal nutriment favorable à la formation des oeufs (Leyo *et al.*, 2021) mais plutôt très riche en sucre qui n'est pas assez favorable au dépôt des oeufs (Nzamujo, 1999). En effet, les mangues contiennent une teneur en protéines estimée entre 0,35 g et 0,40 g pour 100 g de fruits pesés après séchage alors que celle des sucres est estimée entre 16,20 g et 17,18 g pour 100 g de fruits pesés après séchage (Tharanathan *et al.*, 2006).

Les rendements de production plus élevés obtenus avec les substrats LP et DP par rapport aux rendements obtenus sur les substrats CR et DP s'expliquerait par le fait que les premiers ont une attirance plus élevée des mouches que les deux autres

substrats (**Ekoue et Hadzi, 2000**). Le classement en fonction du niveau de production d'asticots sur les différents substrats qui place en première position le substrat DP, en deuxième position le substrat LP, en troisième position le substrat CR et enfin à quatrième position le substrat DM est lié à leur teneur en protéines. En effet, les substrats contenant plus de protéines sont plus attractifs et permettent une production d'asticots que les substrats contenant de faibles quantités de protéines qui sont moins attractifs (**Itongwa et al., 2019**).

Le rendement obtenu sur le substrat DP n'est pas significativement différent ($p \geq 0,05$) de celui obtenu sur le substrat LP. Cela s'expliquerait par le fait que ces deux substrats, riches en matières organiques, ont des compositions qui ne seraient pas très éloignées. Aussi, ce sont toutes des matières de fermentation et de putréfactions reconnues par les chercheurs (**Yamamoto et Jensen, 1967**) comme dégageant des odeurs qui attirent énormément les mouches plus que ceux qui dégagent moins d'odeur. Il en résulte de cette comparaison que les meilleurs substrats en ce qui concerne la production d'asticots sont le substrat DP et le substrat LP.

L'évaluation de la qualité des asticots va s'exprimer en termes de quantité de matière sèche (MS) et en termes de quantité de protéines. Sur l'ensemble des deux expériences, les teneurs en MS des asticots obtenus sur les substrats CR et LP plus élevées par rapport à celles obtenues sur les substrats DM et DP s'expliqueraient par le fait que les substrats CR et LP contiendraient moins d'eau que les deux autres substrats. De fait, l'eau étant réduite dans ces deux substrats, les asticots qui y sont produits ne peuvent donc pas contenir des grandes quantités. On n'en déduit que plus un substrat regorge d'eau, plus les asticots qui y sont produits en contiennent.

L'analyse physicochimique des différents asticots produits sur les substrats a permis de détecter un certain nombre d'acides aminés et de vitamines en fonction des étalons qui étaient disponibles. La valine qui est un acide aminé essentiel indispensable pour le métabolisme musculaire, la coordination, la réparation des tissus, le traitement des maladies du foie et des vésicules biliaires (**Doi et al., 2003 ; Wolfe, 2017 ; Green and Lamming, 2019**) est présent en quantité importante dans les asticots produits quel que soit le substrat suggérant que la consommation d'asticots produits dans la région de Korhogo par les oiseaux ne provoquerait pas de défaillances liées à une carence en valine. En plus de la valine, des acides aminés non essentiels ont été détectés. Ce sont l'arginine, la cystéine, l'acide glutamique et la proline. La présence de ces acides aminés diminuerait l'activité de leur synthèse par l'organisme. Ceci est avantageux pour l'organisme.

Les asticots produits à partir des différents substrats sont riches en vitamine A, B1, B2 et B12 ce qui implique une fois de plus que les asticots produits à partir de déchets de Korhogo constituent un bon ingrédient à utiliser dans l'alimentation de volaille.

De ce qui précède, on en déduit que la meilleure manière de gérer durablement les déchets qui augmentent la pullulation des vecteurs de maladies dans la ville de Korhogo serait de les utiliser comme des substrats pour produire des asticots de

grande valeur nutritive.

La teneur en protéines de la poudre d'asticots (47,12 %) obtenue dans cette étude est plus faible que celle relatée par **Ouédraogo et al. (2015)**, mais reste assez importante pour qu'on puisse affirmer que la poudre d'asticots, obtenue à partir du mélange des asticots produits sur les différents substrats, constitue une ressource intéressante de protéines pour l'alimentation de la volaille. Cela est d'autant justifié que la teneur en protéines de ces asticots de notre étude (47,12 %) est très largement supérieure à la teneur recommandée (16–21 %) pour l'alimentation des volailles (**Juin et al., 2015**).

La teneur en protéines des asticots de l'étude est comparable à la teneur en protéines de la poudre de poisson utilisée dans le cadre de notre étude. Cela atteste une fois de plus que les asticots constituent une très bonne source protéique pour l'alimentation animale puisque la poudre de poisson constitue un référentiel fiable de source protéique pour l'alimentation animale en général et l'alimentation de volaille en particulier.

Le fait que la teneur en matière grasse des asticots de notre étude soit supérieure à la valeur de 17 % estimée dans la table de composition de la **FAO (2019)** n'empiète en rien leur valeur nutritive d'un régime formulé puisque l'ingrédient majoritaire dans la formulation du régime qu'est le maïs est très pauvre en matière grasse (**Kimou et al., 2018**). Les résultats obtenus après l'évaluation des différents composants de la poudre d'asticots militent en faveur de son utilisation en alimentation animale. La question qui se pose est de savoir si ce produit pourra donner de bons rendements de production. Pour répondre à cette question, des tests expérimentaux ont été effectués pour évaluer les effets de l'incorporation de la poudre d'asticots dans l'alimentation des coquelets en comparaison à celle de la poudre poissons et du tourteau de soja. De plus, aucun effet néfaste sur la santé des coquelets n'a été observé, ce qui suggère qu'aucune des poudres ne contient des molécules toxiques.

Concernant l'étude sur les paramètres chez les coquelets, au début de l'expérimentation (4^{ème} semaine), aucune variation significative n'a été enregistrée entre les poids vifs moyens des poussins par lot. Par contre, une diminution de poids vif moyen a été notée chez les coquelets consommant le régime soja (Rs) à la 6^{ème} et à la 8^{ème} semaine par rapport aux autres régimes attestant que les régimes Rp et Ras engendrent de meilleures performances pondérales par rapport au régime Rs. Cela se justifierait par le fait que pour la confection des régimes Rp et Ras les sources protéiques utilisées sont d'origine animale alors que la source protéique du régime Rs est d'origine végétale. En effet, les protéines d'origine animale sont plus riches et bien diversifiées en acides aminés essentielles que les protéines d'origine végétale. Aussi, la biodisponibilité des acides aminés des protéines animales est plus élevée que la biodisponibilité des acides aminés dans les protéines d'origine végétale (**Tang et al., 2009 ; Babault et al., 2015 ; Lecerf et al., 2019**). On en déduit que l'utilisation des asticots en alimentation du coquelet comme source protéique exclusive est meilleure que celle du tourteau de soja. Les mêmes effets bénéfiques de la poudre d'asticots en ce qui concerne la croissance pondérale ont été rapportés par plusieurs autres auteurs tels

que **Bouafou et al. (2008)** en Côte d'Ivoire chez le rat jeune en croissance, **Hwangbo et al. (2009)** en Corée du Sud chez le poulet de chair, **Ossey et al. (2012)** en Côte d'Ivoire chez les larves de *Heterobranchus longifilis*, **Ouedraogo et al. (2015)** au Burkina-Faso chez le poulet de chair, **Agodokpessi et al. (2016)** au Bénin chez les dindonneaux en démarrage et par **Guedegbé (2017)** chez les poulets de chair.

Au début de l'expérimentation, la consommation alimentaire la plus élevée était observée chez les coquelets consommant le régime Rs montrant une adaptation à ce régime plus facilement que les autres régimes. Durant tout le reste de la période expérimentale, de la 6^{ème} à la 8^{ème} semaine, la consommation alimentaire des Rp et Ras était les plus élevées attestant leur meilleure appétence par rapport au régime Ras.

La consommation de nourriture dans le cas de notre expérimentation est comparable à celle rapportée par **Bouafou (2011)** lorsqu'il utilise la poudre d'asticots comme source protéique dans l'alimentation du rat. Le fait qu'il y ait une augmentation de consommation de nourriture, cela est en accord avec les résultats de **Okah et al. (2012)**, qui en incorporant 20 à 50 % de poudre d'asticots dans la ration des poulets de chair au Nigéria, ont enregistré une augmentation de la consommation alimentaire.

Pour ce qui est des indices de consommation (IC), les résultats obtenus confortent la thèse selon laquelle la poudre d'asticots est riche en protéines car durant toute la période expérimentale, les coquelets ayant reçu celle-ci dans la ration ont présenté les indices de consommation les plus faibles ($p \leq 0,05$). Nos résultats corroborent ceux de **Ouedraogo et al. (2015)**, qui ont aussi obtenus de meilleurs indices de consommation chez les poulets de chair nourris avec une ration contenant la poudre d'asticots. Il en est de même pour **Ayssiwede (2013)** qui a obtenu des résultats similaires sur les poulets de chair Hubbard au Sénégal.

Compte tenu des résultats obtenus, on constate une marge bénéficiaire de 58 FCFA/Kg d'aliment formulé par rapport au régime contenant du tourteau de soja et une diminution de 80 FCFA/Kg d'aliment formulé par rapport au régime contenant de la poudre de poisson.

La poudre d'asticots constitue donc un atout essentiel pour améliorer la rentabilité de la production du coquelet.

CONCLUSION

Cette étude révèle que les meilleurs substrats en termes de production d'asticots sont ceux de Déchet de Poissons (DP) et de Lisier de Porc (LP). Toutefois, l'analyse des asticots produits sur chaque substrat ont de bonnes valeurs protéiques. Lorsqu'on fait une comparaison entre les différentes sources protéiques utilisées pour l'expérimentation animale, il ressort que le tourteau de soja est plus riche en protéines brutes que la poudre de poisson et la poudre d'asticots alors que ces dernières citées ont quasiment les mêmes teneurs en protéines brutes. L'incorporation de la poudre d'asticots n'a pas engendré d'effets néfastes sur la santé, la mortalité et la consommation alimentaire des coquelets comparativement à l'incorporation de la poudre du tourteau de soja ou de la poudre de poisson. Elle a plutôt permis d'améliorer significativement le poids vif moyen, le gain moyen quotidien, l'indice de consommation et

la marge nette bénéficiaire des coquelets.

Le tourteau de soja et la poudre de poisson étant les sources protéiques de référence utilisées en aviculture, on en déduit que la meilleure manière de gérer durablement ces déchets, serait de les utiliser pour la production en masse des asticots. Ceci permettrait également de diminuer le coût de production et d'augmenter les revenus des aviculteurs.

Conflit d'intérêt

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt

Références

- Agodokpessi B.J., Toukourou Y., Alkoiret I.T. and Senou M. (2016). Performances zootechniques des dindonneaux à base de farine d'asticots, *Tropicultura*, 34(4), 253-261.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th edition, 100p.
- Ayssiwede S.B., Abderahim C.M., Issa Y., Hane M.B., Mouanda V. and Missohou A. (2013). Performances zootechnico-économiques et caractéristiques de carcasse des poulets de chair (Hubbard F15) nourris aux rations à base de feuilles de *Leucaena leucocephala* (LAM) au Sénégal. Journées Scientifiques du 10^{ème} Anniversaire de la Revue Africaine de Santé et Production Animales (RASPA), 17-22 juin 2013, Dakar (Sénégal).
- Babault N., Païzis C., Deley G., Guérin-Deremaux L., Saniez M-H., Lefranc-Millot C. and Allaert A.F. (2015). Pea proteins oral supplementation promotes muscle thickness gains during resistance training: a double-blind, randomized, Placebo-controlled clinical trial vs. Whey protein. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 3.
- BIPEA. (1976). Bureau Interprofessionnel d'Études analytiques. Recueil des méthodes d'analyses des communautés Européennes : 2 route du port Charbonnier, 92230 Gennevilliers, 140 p.
- Bouafou K.G.M., Kouame K.G., Amoikon E.K. and Offoumou A.M. (2006). Potentiels pour la production d'asticots sur des sous-produits en Côte d'Ivoire, *Tropicultura*, 24, 157-161.
- Bouafou K.G.M., Zannou-Tchoko V., Konan B.A. and Kouame K.G. (2008). Etude de la valeur nutritionnelle de la farine d'asticots séchés chez le rat en croissance. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 12, 215-225.
- Bouafou K.G.M. (2011). Revue bibliographique sur les asticots et leur emploi dans l'alimentation animale. *Journal of Animal & Plant Sciences*, (12)2, 1543-1551.
- Bouafou K.G.M., Konan K.G. and Kati-Coulibaly S. (2011). Substitution de la farine de poisson par la farine d'asticots séchés dans le régime du rat en croissance : conséquences histologiques et histopathologiques. *Journal of Applied Biosciences*, 48, 4p.
- Brissoux L. and Elgorriaca P. (2018). Les enjeux de la gestion des déchets à Abidjan : la vitrine de la Côte d'Ivoire face aux défis de l'insalubrité. Rapport d'expertise. Sciences Po Rennes, 57 p.

- Doi M., Yamaoka I., Fukunaga T. and Nakayama M. (2003). Isoleucine, a potent plasma glucose-lowering amino acid, stimulates glucose uptake in C2C12 myotubes. *Biochemical Biophysical Research Communications*, 312(4), 1111-1117.
- Ekoue S.E. and Hadzi Y.A. (2000). Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles au Togo-Observations préliminaires. *Tropicultura*, 18(4), 212-214.
- FAO. (2019). Table de composition des aliments FAO/INFOODS pour l'Afrique de l'Ouest. Guide d'utilisation & table de composition des aliments condensés, 556p.
- Green C.L. and Lamming D.W. (2019). Regulation of metabolic health by essential dietary amino acids. *Mechanisms of Ageing Development*, 177, 186-200.
- Guedegbé G. (2017). Performances zoo-économiques des poulets de chair Hubbard nourris avec de la farine d'asticot au Bénin. Spécialité : Biotechnologie et Gestion des Monogastriques, 64p.
- Hardouin J. (1986). Mini-Élevage et sources méconnues de protéines animales. *Annales de Gembloux*, 92, 153-162.
- Hwangbo J., Hong E.C., Jang A., Kang H.K., Kim B.W. and Park B.S. (2009). Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. *Journal of Environmental Biology*, 30(4), 609-614.
- Itongwa A.J., Wasso S.D., Kazamwali M.L., Bisimwa N. P. and Bajope B. J-P. (2019). Essai de production et composition chimique des asticots élevés sur des substrats locaux au Sud-Kivu (RDC). *Journal of Applied Biosciences*, 142, 14529-14539.
- Juin H., Brachet M., Dusart L., Morinière F., Pattier S., Nayet C., Uzureau A., Carrière J., Bordeaux C. and Roinsard A. (2015). Alimentation des volailles en agriculture biologique, Cahier technique, 68p.
- Kimou S.H., Coulibaly L.F., Soumahoro A.B., Koné T. and Koné M. (2018). Influence du mode de culture du maïs [*Zea Mays* (L.) (Poaceae)] et du Niébé [*Vigna Unguiculata* (L.) Walp (Fabaceae)] sur la masse et la qualité nutritionnelle des graines des deux espèces. *European Scientific Journal*, 14(36).
- Koné-Bodou J.P., Kouamé V.K., Doukouré C.F., Yapi D.A.C., Kouadio A.S., Ballo Z. and Sanogo T.A. (2019). Risques sanitaires liés aux déchets ménagers sur la population d'Anyama (Abidjan-Côte d'Ivoire). *La revue électronique en sciences de l'environnement*, 19(1).
- Lecerf J-M. (2019). L'équilibre des protéines végétales et des protéines animales. *Pratiques en Nutrition : santé et alimentation*, 15, 31-34.
- Leyo H.I., Ousmane Z.M., Francis F. and Megido C.R. (2021). Techniques de production d'asticots de mouches domestiques (*musca domestica* L. 1758) pour l'alimentation des volailles, synthèse bibliographique». *Tropicultura*, 39(2).
- Loa C. (2000). Production et utilisation contrôlées d'asticots. *Tropicultura*, 18(4), 215-219.
- Mangunga E. (2013). Synthèse des travaux de recherches sur la production d'asticots pour l'alimentation des monogastriques (cas de la volaille et de rongeur). Travail de fin de cycle présenté en vue de l'obtention du titre de graduation en médecine vétérinaire, 29p.
- Mpoame M., Tégua A. and Nguemfo E.L. (2004). Essai comparé de production d'asticots dans les fientes de poule et dans la bouse de vache. *Tropicultura*, 22(2), 84-87.
- Nzamujo O.P. (1999). Technique for maggot production - The Songhai Experience. Unpublished. Spiller D., 1964. Nutrition and diet of Mscoid flies. *Bulletin de l'O.M.S*, 31, 551-554.
- Okah U. and Onwujiariri E. B. (2012). Performance of finisher broiler chickens fed maggot meal as a replacement for fish meal. *Journal of Agricultural Technology*, 8(2), 471-477.
- Ossey Y. B., Achou R. K., Boua C.A. and Kouame L.P. (2012). Utilisation du soja, de la cervelle bovine et de l'asticot comme sources de protéines alimentaires chez les larves de *heterobranchus longifilus*. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 15(1), 2099-2108.
- Ouédraogo B., Gnanda I.B., Sanfo R., Zoundi S.J. and Bayala B. (2015). Étude comparative des performances réalisées avec l'incorporation de la farine de coproduits de volaille et la farine des asticots dans des rations de poulets de chair au Burkina Faso. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologies*, 25, 148-161.
- SODEXAM (2020). Bulletin Agrométéorologique Décadaire, 8p.
- Tang J.E. and Phillips S.M. (2009). Maximizing muscle protein anabolism: the role of protein quality. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic*, 12, 66-71.
- Tharanathan R.N., Yashoda H.M. and Prabha T. N. (2006). Mango (*Mangifera indica* L.), the king of fruits-an overview. *Food Reviews International*, 22, 95-123.
- Villemin M. (1984). Dictionnaire des Termes Vétérinaires et Zootechniques. Edition Vigot, France, 470p
- Wolfe R.R. (2017). Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 22(14), 30.
- Yamamoto R.R. and Jensen E. (1967). Ingestion of feeding stimulants and protein by the female housefly. *Journal of Insect Physiology*, 13, 91-98.