



Revue bibliographique sur les asticots et leur emploi dans l'alimentation animale

BOUAFOU Kouamé Guy Marcel

Section des Sciences de la Vie et de la Terre, Département des Sciences et Technologie, Ecole Normale Supérieure d'Abidjan (Côte d'Ivoire), 25 BP 663 Abidjan 25.

*E-mail: publication**bouafou@yahoo.fr**, Tel : +22566529238/ +22540309965*

Key-words: Literature review, Biology, Maggots, Animal feed

Mots-clés : Revue bibliographique, Biologie, Asticots, Alimentation animale

1 RESUME

Au même titre que la farine de poisson, la farine d'asticots peut servir dans l'alimentation animale. La présente revue bibliographique fait la synthèse des études disponibles à ce jour, relatives à la production des asticots, à leur valeur nutritionnelle et aux risques potentiels liés à leur consommation.

Literature review on maggots and their use in animal feed

Summary

Just as fish meal, maggots' meal can be used in animal feed. This literature review summarizes the available studies to date on the production of maggots, their food value and potential risks associated with their use.

2 INTRODUCTION

L'utilisation des asticots comme sources de protéine et de graisse alimentaire date au début du 20^e siècle (Lindner, 1919). Des décennies plus tard, de Wigglesworth (1927a) à Bouafou

et al. (2011), en passant par Calvert et al. (1969a), de nombreuses études sont menées à cet effet. A travers cette revue, ces différentes études seront exposées puis discutées

3 ATTRACTION ET MILIEUX DE REPRODUCTION DES MOUCHES

3.1. Facteurs d'attraction des mouches sur les substrats

3.1.1. Odeurs et instinct grégaire : Les odeurs qui attirent les mouches sont nombreuses (Keiding, 1965) : les odeurs des matières en fermentation et en putréfaction, des alcools, des acides aliphatiques à chaîne courte (acide acétique), des aldéhydes et des esters (Yamamoto et Jensen, 1967). Les mouches sont aussi attirées par les substances toxiques comme le chloroforme, le formol et certains insecticides organophosphorés (Mulla *et al* 1977). Par ailleurs, la vue d'un rassemblement de mouches exerce un effet attractif sur d'autres (Linsenmaier, 1973 ; Keiding, 1986).

3.1.2. Produits laitiers, déchets d'origine animale et mangue mure : Le lait attire partout toutes les mouches (Keiding, 1986). Les déchets

d'origine animale (viandes ou excréments) frais ou fermentés les attirent également. De même, la mangue mure est un bon substrat attractif pour la production des asticots (Nzamujo, 1999).

3.1.3. Lumière : Les réactions des mouches vis-à-vis de la lumière sont complexes et sont corrélées à d'autres facteurs physiques, chimiques et physiologiques (Keiding, 1986). Les jeunes mouches sont attirées par les lieux sombres. Chez les mouches âgées, certaines marquent leur préférence pour la lumière, et d'autres pour l'obscurité (Hecht, 1970 ; Keiding, 1986).

3.1.4. Autres facteurs : Selon Keiding (1986), la ventilation, la chaleur, le froid, la couleur et la texture des surfaces exercent une attraction sur la mouche domestique. C'est ainsi qu'elle évite le vent et les courants d'air. Concernant la température,



entre 10 et 15°C, la mouche cesse de voler, de copuler et de pondre. Entre 45 et 47°C, ses déplacements diminuent. Les mouches évitent les surfaces brillantes qui réfléchissent la lumière. A l'intérieur d'un bâtiment, la mouche domestique préfère le jaune, le blanc et le rouge et évite le noir. Elle préfère les surfaces rugueuses et particulièrement les bordures (Hecht 1970 ; Linsenmaier, 1973). La mouche à viande ne craint ni le froid, ni l'obscurité (Burton et Burton, 1973).

3.2. Milieux de reproduction des mouches et de leurs asticots

3.2.1. Ordures ménagères biologiques et sous-produits industriels : Les ordures ménagères comprennent à la fois les déchets de préparation et de cuisson des repas ainsi que les détritiques résultant de la manipulation, de la conservation et de la vente sur les marchés. Elles constituent la principale source d'attraction de mouches domestiques et d'autres espèces de la famille des Calliphoridae

(Linsenmaier, 1973 ; Meyer et Petersen, 1983). Elles y pondent des œufs et leurs larves s'en nourrissent (Schoof et al. 1954 ; Burton et Burton, 1973). Les déchets des conserveries de fruits et de légumes, des brasseries, des distilleries et, des raffineries de sucre peuvent également constituer un milieu privilégié de développement pour les larves (Imai, 1984).

3.2.2. Excréments animaux : Les amas d'excréments animaux constituent un milieu particulièrement important et probablement le principal, pour le développement des larves des mouches domestiques (Haines, 1953, 1955 ; Mau, 1978). Les excréments de porc semblent les plus productifs en asticots (Ascher, 1958). Ceux d'autres animaux (âne, buffle, chameau, cheval, lapin, mouton, poulet, vache...) peuvent également servir de substrats nutritifs pour les asticots (Wigglesworth, 1970 ; Ekoue et Hadzi, 2000). Les excréments humains attirent aussi les mouches domestiques (Keiding, 1986).

4 TECHNIQUES DE PRODUCTION DES ASTICOTS ET FACTEURS INFLUENÇANT CETTE PRODUCTION

4.1. Techniques de production des asticots :

La production des asticots entreprise par Nzamujo (1999) est un processus de fermentation aérobie. Dans un grand récipient (1 m² de surface de base), est mis un mélange d'excréments frais d'animaux et de drêches fraîches à la surface duquel sont dispersés des petits morceaux d'abats de boucherie. Immédiatement, les mouches y sont attirées pour pondre pendant une journée. La récolte des asticots se fait quatre jours après l'ensemencement des substrats par les mouches. La technique de production des asticots selon Ekoue et Hadzi (2000) s'apparente à la précédente. De grandes boîtes de conserve sont remplies du contenu de rumen de vache à huit heures puis laissées visiter par les mouches à l'air libre pendant dix heures. Elles sont ensuite couvertes par des moustiquaires. Les asticots sont récoltés quatre jours plus tard. La technique de production des asticots mise en œuvre par Bouafou et al. (2006) se décrit comme suit. Des épiluchures d'ignames et des restes de poissons frais disposés en couches dans une demi-barrique, sont exposés aux mouches. Après 24 heures d'ensemencement des substrats par ces dernières, la demi-barrique est couverte. Quatre jours plus tard, les asticots sont récoltés dans de l'eau bouillante.

4.2. Facteurs influençant la production d'asticots

4.2.1. Humidité, température et saison : Les œufs des mouches domestiques ont besoin de beaucoup d'humidité. Le développement des larves nécessite une humidité relative de plus de 97% (Keiding, 1986 ; Nzamujo, 1999). La durée du cycle de reproduction de la mouche domestique est fonction de la température. Le pourcentage d'œufs éclos est maximum entre 15-40°C. En dessous de 8°C et au-dessus de 42°C, tous les œufs meurent avant l'éclosion. La température la plus favorable pour le développement des larves est de 35°C (Keiding, 1986). La productivité baisse en saison sèche et pendant le harmattan (Nzamujo, 1999 ; Bouafou et al. 2006).

4.2.2. Nutrition des mouches : La mouche domestique, mâle ou femelle, survit en se nourrissant d'eau additionnée de sucre et d'autres glucides assimilables. Pour que les œufs de la femelle se forment, elle a en plus besoin de protéines ou des acides aminés mais pas de graisses (Spiller, 1964). Pendant l'ingestion d'aliments suivie de la digestion, les asticots produisent des enzymes qui attaquent les protéines et les graisses. Cependant, ils n'ont pratiquement pas de ferments agissant sur les glucides (Guyenot, 1907 ; Wigglesworth, 1927a, 1927b ; 1970).

4.2.3. Type de substrats et prédateurs : La semoule de manioc, les épiluchures de manioc, de

banane et d'igname ont des productivités très faibles en asticots. En revanche, les ordures d'origine animale ont de bonnes productivités en asticots (30-62%) (Bouafou *et al* 2006). D'après Wigglesworth

(1970), les asticots semblent absorber les protéines préalablement liquéfiées. Les prédateurs d'asticots sont les lézards, les margouillats, les oiseaux et autres vertébrés insectivores (Nzamujo, 1999).

5 PRODUCTIVITES DES SUBSTRATS EN ASTICOTS

Ekoue et Hadzi (2000) et Teguaia et al. (2002) ont produit des asticots sur différents substrats. Les essais des premiers auteurs ont porté sur le contenu du rumen de vache et ceux des seconds ont concerné d'une part, la fiente de poule et d'autre part, la bouse de vache. Leurs résultats se présentent comme suit : la productivité en asticots du contenu du rumen de vache est de 0,92 g pour 100 g de substrat selon Ekoue et Hadzi (2000), en trois jours de production. Celles obtenues par Teguaia et al. (2002) (production cumulée en 19 jours) sont de 0,017 g pour 100 g de bouse de vache, et de 0,23 g pour la même quantité de fiente de poule. Quant à Bouafou et al. (2006), ils ont produit des asticots sur une large gamme de substrats pour en déterminer leurs productivités moyennes en asticots (tableau 1). Il ressort de ce qui précède que les potentiels productifs du contenu du rumen de vache et de ces déchets fécaux en asticots, apparaissent nettement inférieurs à ceux de la présente étude (Mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname, d'épluchures crues de bananes mures et de déchets

de poissons frais ; viande crue de rat) qui ont varié de 12,76 % à 26,95 %, après quatre jours d'expérimentation. Néanmoins, le contenu du rumen de vache et ces excréments fécaux animaux - bien que peu productifs en larves - ont des productivités supérieures à celles de certains substrats végétaux (Bouafou *et al* 2006) : semoule sèche de manioc (S 1) ; épluchures crues de bananes mures avec peu de pulpe (S 2) ; épluchures et morceaux crus d'igname (S 3) ; mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname, de semoule sèche de manioc et d'épluchures crues de bananes mures (S 8), aux productivités nulles en asticots. Quel est l'impact des caractéristiques des substrats sur leur productivité en asticots ? Plusieurs facteurs peuvent être avancés pour justifier le fait que certains substrats soient plus productifs en asticots que d'autres. Comme l'a fait remarquer Nzamujo (1999), lorsqu'un substrat est attractif, beaucoup de mouches viennent s'en alimenter et y pondre, donnant ainsi naissance à des asticots.

Tableau 1: Productivités moyennes de quelques substrats en asticots

Substrats	Productivités moyenne des substrats en asticots (%)	
	2 ^e jour	4 ^e jour
S 1	0	0
S 2	0,15 ± 0,01	0
S 3	0	0
S 4	1,22 ± 0,011	1,56 ± 0,06
S 5	17,55 ± 2,17	7,875 ± 5,10
S 6	62,52 ± 2,70	26,95 ± 2,17
S 7	29,77 ± 1,17	12,76 ± 0,75
S 8	1,94 ± 1,17	0
S 9	30,25 ± 1,17	20,62 ± 0,47
S 10	16,73 ± 1,17	3,59 ± 0,15
S 11	8,22 ± 1,17	2,68 ± 0,37

S 1 = Semoule sèche de manioc (Attiéké); S 2 = Epluchures crues de bananes mures avec peu de pulpes; S 3 = Epluchures et morceaux crus d'igname; S 4 = Déchets d'ananas mûrs; S 5 = Déchets de poissons frais; S 6 = Viande crue de rat; S 7 = Mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname, d'épluchures crues de bananes mures et de déchets de poissons frais; S 8 = Mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname, de semoule sèche de manioc et d'épluchures crues de bananes mures; S 9 = Mélange de déchets de poissons frais et de boyaux frais de lapin; S 10 = Mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname, de déchets de poissons frais, de boyaux frais de lapin et d'épluchures de bananes mures; S 11 = Mélange d'épluchures et morceaux crus d'igname, de déchets d'ananas mûrs, de déchets de poissons frais et d'épluchures crues de bananes mures.



C'est pourquoi les déchets ménagers les plus productifs en asticots au deuxième jour sont par ordre décroissant : la viande crue de rat (62,52 %), le mélange de déchets de poissons et de boyaux frais de lapins (30,25 %) puis le mélange de déchets de poissons frais et d'épluchures et morceaux crus d'igname et de banane mûre (29,77 %) (Bouafou, 2006). En effet, ces ordures ménagères d'origine animale ou combinées avec d'autres d'origine végétale, ont un important potentiel attractif sur les mouches de par leur couleur, leur texture et des odeurs qu'ils dégagent (Hecht, 1970 ; Linsenmaier, 1973 ; Keiding, 1986). Ces mouches viennent y pondre et permettent la production de nombreux asticots (Mau, 1978 ; Mpoame et al. 2004 ; Bouafou *et al* 2006). Par contre, les substrats végétaux, notamment la semoule sèche de manioc, les épluchures et morceaux crus d'igname qui ont peu d'attrait sur les mouches, ont des potentiels productifs nuls en asticots. Il apparaît clairement que les asticots se nourrissent préférentiellement de déchets protéiques d'origine animale.

Tous ces résultats sont en accord avec ceux de Nzamujo (1999), de Ekoue et Hadzi (2000) et de Bouafou et al. (2006). Ces auteurs ont constaté que le type de substrat est un facteur qui a une influence importante sur la productivité en asticots. Outre les ordures ménagères, d'autres produits solides ou liquides ont un fort pouvoir attractif sur les mouches. Ce sont les déjections fécales humaines et animales (le lisier de porc, le crottin de cheval, la bouse de vache, la fiente de poule) (Loa, 2000 ; Tegui *et al* 2002), le miel, les produits laitiers (Keiding, 1986) et certains alcools, aldéhydes et esters dont les odeurs attirent presque partout les mouches (Yamamoto et Jensen, 1967).

Mais après la ponte et l'éclosion des œufs, les larves peuvent ne pas se développer normalement

dans les substrats, si elles sont incapables de digérer ou d'assimiler les nutriments disponibles. Analysons alors l'impact de l'aptitude des asticots à digérer les substrats sur la productivité en asticots. Comme tout organisme vivant, l'absence de nutriments appropriés dans le milieu constitue un facteur limitant pour la survie des asticots. Néanmoins, la disponibilité en aliments du milieu ne saurait toujours garantir le développement des asticots. Ces aliments doivent être dégradés par les enzymes et les sucs de l'appareil digestif des asticots avant leur assimilation. Cela explique pourquoi les asticots prolifèrent si bien dans les ordures ménagères d'origine animale ou celles combinant les déchets animaux et végétaux, comme l'attestent leurs productivités élevées en asticots. Ainsi, au cours de leur prise d'aliments et digestion, les asticots produisent des enzymes qui digèrent les protéines et les graisses. Il est important de rappeler que les enzymes digestives des asticots agissent principalement sur les protéines et les lipides. Ce sont la trypsine, la pepsine et la lipase (Guyenot, 1906, 1907 ; Wigglesworth, 1927a ; 1927b ; 1928 ; Hobson, 1931 ; Haub et Miller, 1932). L'amylase, la maltase et d'autres enzymes sont également présentes dans le tube digestif de l'asticot, mais à de faibles concentrations. D'ailleurs, c'est la raison pour laquelle les sous-produits végétaux (les déchets d'ananas mûrs) sur lesquels viennent se poser un nombre relativement élevé de mouches, ont de faibles potentiels productifs en asticots. En d'autres termes, ces substrats, bien qu'ils attirent des mouches, ne semblent pas très favorables au développement de leurs asticots, car ceux-ci ne peuvent pas y assurer leur survie parce que n'ayant pratiquement pas d'enzymes fortes pour dégrader les glucides ou sucres, constituants essentiels de ce sous-produit.

6 UTILITE DES LARVES D'INSECTES POUR L'ALIMENTATION ANIMALE

6.1. Composition chimique des asticots : Lindner (1919) a suggéré d'élever des asticots à partir de fèces humains, car ils sont utilisables comme sources de protéine et de graisse. Les analyses effectuées par Dashefsky et al. (1976), et Calvert et al. (1969a), sur les farines de pupes séchées de mouches domestiques, ont abouti à des valeurs de teneurs en protéines qui varient de 43,5 à 53,4 % de matières sèches. Dans le même ordre d'idées, Finke et al. (1989) obtenaient quant à eux,

61,5-78,0% de protéine brute dans des farines de criquets. Le taux de minéraux déterminé dans la farine d'asticots se situe à 7,33 % de matières sèches (Bouafou et al. 2007). Les données rapportées par Nzamujo (1999) indiquent que le taux de minéraux déterminé est de 9,10% de matières sèches. Il semble donc que la farine d'asticots est une source alimentaire relativement pauvre en minéraux. Cette information s'oppose au constat général fait au sujet des farines d'origine animale. En effet, ces farines



animales ont une bonne teneur en cendres (donc en minéraux) supérieure ou égale à 20 %. De par sa composition chimique (Tableau 2), la farine d'asticots séchés constitue une source abondante de protéines animales (47,50-52,23%) (Bouafou et al. 2007, 2008), comparable aux farines animales et aux

tourteaux d'oléagineux, couramment utilisés dans l'alimentation animale (Tableau 3). La composition chimique des asticots dépendrait de leur stade de développement larvaire (Ekoue et Hadzi, 2000 ; Bouafou, 2007).

Tableau 2 : Compositions chimiques de la farine d'asticots séchés en % de matières séchés

	Protéine	Matière grasse	Matière sèche	Cendres	K ⁺	Ca ⁺⁺
Farine d'asticots (Nzamujo, 1999)	47,50-50,10	19,30	ND	9,10	1,30	1,50
Farine d'asticots (Sogbessan <i>et al</i> 2006)	47,50-54,00	19,30	ND	9,10	1,30	1,50
Farine d'asticots séchés (Bouafou <i>et al</i> 2007)	52,23	24,43	92,51	7,33	0,10	0,60
Farine d'asticots séchés (Bouafou <i>et al</i> 2008)	50,17	35,41	93	6,57	0,58	0,70

ND : Non déterminé

Tableau 3 : Comparaison des compositions chimiques de la farine d'asticots séchés et d'autres sources conventionnelles de protéines alimentaires

	Protéine	Matière grasse	Matière sèche	Cendres
Farine d'asticots séchés*	52,23*	24,43*	92,51*	7,33*
Farine de poisson gras	59,3	9,2	92	20
Farine de viande grasse	50,5	10	93	30,3
Tourteau de soja	45,8	2	88	6,3
Tourteau d'arachide	49,2	1,4	91	-
Tourteau de coton	41	1,4	91	6,46

Inra (1989) ; (*) Bouafou et al. (2007).

6.2. Valeur nutritionnelle de la farine d'asticots séchés : L'appétibilité de la farine d'asticots séchés pour les rats en croissance est bonne ; ce qui leur a favorisé des gains de poids importants (Bouafou et al. 2006, 2007, 2008)

(Tableaux 4 A et B). Dans le tableau 5 sont consignées les valeurs de certains paramètres d'évaluation de la valeur nutritionnelle de la farine d'asticots séchés.

Tableau 4-A : Matière sèche ingérée par les jeunes rats en croissance

Régimes alimentaires	Matière sèche ingérée (g/j)
Protéoprive (régime sans protéine)	3,06 ± 0,45
Farine d'asticots séchés	8,08 ± 0,61

Bouafou et al. (2007)

Tableau 4-B : Evolution du poids moyen des jeunes rats en croissance

Lots d'animaux	Poids initial (g)	Poids final (g)	Gain de poids quotidien (g/j)
Protéoprive (régime sans protéine)	56,47 ± 8,83 ^a	40,23 ± 6,67 ^b	-1,10 ± 0,21 ^c
Farine d'asticots séchés	62,07 ± 10,96 ^a	113,82 ± 10,70 ^c	3,45 ± 0,44 ^d

Bouafou et al. (2007)

Les valeurs moyennes ± écarts-types, affectées de la même lettre ne présentent pas de différences statistiquement significatives (p<0,01).

**Tableau 5 :** Valeurs de certains paramètres d'évaluation de la valeur nutritionnelle de la farine d'asticots séchés

Paramètres	Coefficient d'efficacité protéique	Coefficient d'efficacité alimentaire	Digestibilité réelle	Valeur biologique
Farine d'asticots séchés	2,65	0,41	0,92	84,72

Bouafou et al. (2007)

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus avec la farine de viande, la farine de poisson et le tourteau de soja qui sont les protéines habituellement utilisées dans l'alimentation du bétail, de la volaille ou du poisson (Lowe *et al* 1985 ; Tiemoko et Tawfik, 1989). Steele et Torrie (1960), puis Teotia et Miller (1971), dans leurs approches expérimentales, rapportent qu'il n'y a pas de différence significative au niveau des carcasses, des gains de poids, de la prise d'aliment et de la conversion de nourriture, entre des poussins nourris avec des pupes séchées de mouches et ceux nourris à partir d'un aliment standard.

S'appuyant sur ces paramètres, Teotia et Miller en 1973 conclurent que la farine de pupes de mouche est une bonne source de protéine pouvant remplacer toute source protéique, d'origine animale ou végétale dans la ration des poulets. Ils sont rejoints plus tard par Finke et al. (1989) pour qui, certaines farines d'insectes (criquets) sont équivalentes, voire supérieures à la protéine de soja. Cela, en raison de leur teneur élevée en protéine brute (61,50%) et des performances zootechniques réalisées par les jeunes rats qui les ont ingérées. En 1960, Steele et Torrie expérimentent la poudre de pupes de mouches dans l'alimentation des volailles. Ils n'avaient trouvé aucune différence significative quant au gain de poids et à la prise d'aliment par rapport à l'aliment standard de volaille. Pour leur part, Calvert et al. (1969b) ont révélé que la mouche domestique est riche en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine). Wigglesworth (1970) rapporte qu'en Inde depuis les années 1800, pour attirer les poissons dans une zone donnée, les pêcheurs y jetaient des asticots produits à partir de

poissons en putréfaction ou fermentés. Teotia et Miller (1973) ont révélé que la farine de pupes de mouches est une bonne source de vitamines B. Dashefsky et al. (1976) ont montré que la mouche (*Musca autumnalis*) était riche en protéines (53,4%) et présentait une grande biodisponibilité en phosphore (92 à 100%) pour les poulets lorsqu'elle était utilisée comme aliment de complément. En 1982 dans une étude comparative, Myers révélait que la nymphe de la mouche domestique était plus riche en protéine (64%), que le poulet (23%), le bœuf (21%), le mouton (20%) et le porc (17%). Les travaux de Landry et al. (1986), de Nakagaki et al. (1987) et de Finke et al. (1989) ont conclu que certaines protéines d'insectes sont équivalentes voire supérieures à la protéine de soja. Ils en profitèrent pour donner la composition en acides aminés de trois espèces de criquets. Des volailles nourries avec les asticots qui prolifèrent dans la bouse de vache ont eu une croissance comparable à celles soumises à un régime de référence du commerce (Atteh, 1990). Ainsi, ces larves ont été identifiées comme des sources de protéines pour alimenter les volailles. Au Bénin, des asticots produits à partir de lisiers de porcs sont utilisés pour nourrir ceux-ci et les poissons (Nzamujó, 1999). Les résultats des travaux de Loa (2000) ont permis de montrer que les asticots constituent "un aliment préférentiel des volailles par rapport aux céréales". A l'issue de leur recherche, Teguiá et al. (2002) conclurent que du point de vue technique et économique, la farine d'asticots pourrait remplacer en partie la farine de poisson dans les aliments de poulets de chair. Bouafou *et al* (2006, 2007) ont abouti à la même conclusion (Tableau 6).



Tableau 6 : Paramètres nutritionnels comparés de la farine d'asticots séchés et d'autres sources de protéines alimentaires

Aliment	Coefficient d'efficacité protéique	Digestibilité réelle	Protéine nette utilisée	Valeur biologique
Farine d'asticots séchés*	2,65*	0,92*	0,78*	84,72*
Poisson hareng*	3,02*	0,89*	0,78*	87,40*
Poisson	3,55	0,95	-	76
Bœuf	2,30	0,95	0,67	74
Soja	2,32	0,86	0,61	73

Inra, 1989 ; (*) Bouafou et al. (2007)

7 RISQUES LIES A LA CONSOMMATION D'ASTICOTS

Un régime riche en protéines animales contribue à l'augmentation de la calciurie qui est un facteur de risque de la lithiase calcique ou calculs rénaux (Bataille et Fournier, 2001). Cette remarque peut suggérer que l'incorporation de la farine d'asticots dans l'alimentation serait bénéfique qu'à faible taux. Atteh et Ologbenla (1993) ont conclu que la farine d'asticots peut contribuer à hauteur de 3%, à la ration des volailles sans compromettre leur performance et la rétention protéique. Toutefois ici, il reste à montrer l'impact physiologique de l'ingestion de la farine d'asticots à plus de 3%.

L'étude des paramètres plasmatiques de rats en croissance ayant consommé de la farine d'asticots séchés à 10% dans un régime n'a pas révélé d'anomalies. Toutefois, la biométrie de leurs reins

et de leurs foies fait apparaître des modifications de poids. Leurs reins ont subi une diminution pondérale de l'ordre de 6,60%. Au contraire, leurs foies ont augmenté de poids de 10,60% (Bouafou et al. 2011). Ces modifications de poids d'organes ont été statistiquement significatives, donc révélatrices de pathologies éventuelles. Elles ont été déjà observées dans d'autres travaux similaires (Bouafou et al. 2008). Finke et al. (1989) ont montré que des rats nourris avec des régimes aux taux élevés de farine de criquets comme seule source de protéine, ont eu la diarrhée et leurs estomac et côlons se sont distendus. De plus, deux rats sur cinq sont morts dans le lot nourri au plus fort taux de protéine de criquet.

8 CONCLUSION

Au terme de cette revue bibliographique, il ressort que la production d'asticots en abondance est possible dans les pays tropicaux comme source de protéine et de graisse pour l'alimentation animale.

Bien que les preuves ne soient pas encore probantes, l'emploi des asticots semble optimal à faible taux.

9 REFERENCES

- Ascher KRS: 1958. The attraction of the Levant housefly *Musca vicina* Macq to natural breeding media. Acta Tropical 15: 1-14.
- Atteh JO: 1990. Rural poultry production in western middle belt region of Nigeria. In: E.B. Sonaiya, ed. Rural poultry in Africa: proceedings of an international workshop. African Network for Rural Poultry Development (ANRPD). Department of Animal Science, Obafemi Awolowo University, Ile Ife, Nigeria, pp. 211-220.
- Atteh JO and Ologbenla FD: 1993. Replacement of fish meal with maggots in broiler diets: effects on performance and nutrient retention. Niger. Journal of Animal Production 20: 44-49.
- Bataille P and Fournier A : 2001. Apport en calcium et lithiase calcique. Médecine et Nutrition 37 : 9-12.
- Bouafou KGM, Kouame KG, Amoikon EK. and Offoumou AM: 2006. Potentiels pour la production d'asticots sur des sous- produits en Côte d'Ivoire. Tropicultura 24 : 157-161.
- Bouafou KGM: 2007. Etude de la production d'asticots à partir d'ordures ménagères et de la valeur nutritionnelle de la farine d'asticots séchés (FAS) chez le rat en



- croissance [thèse]. Abidjan Université de Cocody, 145. p.
- Bouafou KGM, Kouame KG. and Offoumou AM: 2007. Bilan azoté chez le rat en croissance de la farine d'asticots séchés. *Tropicultura* 25: 70-74.
- Bouafou KGM, Zannou-Tchoko V, Konan BA. and Kouame KG: 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 KGM, Konan BA, Méité A, Kouamé KG and Kati-Coulibaly S: 2011. Substitution de la farine de poisson à la farine d'asticots séchés dans le régime du rat en croissance : risques pathologiques ? *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5: 1298-1303.
- Burton M. and Burton R: 1973. *Grand dictionnaire des animaux*. Bordas Tome 16, Edito-Scie SA, Genève, Suisse. pp. 100-196.
- Calvert CC, Martin ND. and Morgan NO: 1969a. Housefly pupae as food for poultry. *Journal of Economic Entomology* 62: 938-939.
- Calvert CC, Martin ND. and Morgan NO: 1969b. Dual roles for houseflies in poultry manure disposal. *Poultry Science* 48: 1765-1793.
- Dashefsky HS, Anderson DL, Tobin EN and Peters TM: 1976. Face fly pupae: a potential food supplement for poultry. *Environment Entomology* 5: 680-682.
- Ekoue SE. and Hadzi YA: 2000. Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles au Togo. *Observations préliminaires. Tropicultura* 18 : 212-214.
- Finke MD, Defoliart GR. and Benevenga NJ: 1989. Use of a four parameter logistic model to evaluate the quality of the protein from three insect species when fed to rats. *Journal of Nutrition* 119: 684-691.
- Guyenot E: 1906. Mode de nutrition de quelques larves de mouches. *Society of Biology* 61: 634-635.
- Guyenot E: 1907. L'appareil digestif et digestion de quelques larves de mouches. *Bulletin Scientifique Franco-Belge* 41: 353-370.
- Haines TW: 1953. Breeding media of common flies. I. In urban areas. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 2: 933-940.
- Haines TW: 1955. Breeding media of common flies. II. In rural areas. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 4: 1125-1130.
- Haub JG. and Miller DF: 1932. Food requirements of Blowfly culture used in the treatment of Osteomyelitis. *Journal of Experience Zoology* 64: 1-5.
- Hecht O: 1970. Light and colour reactions of *Musca domestica* under different conditions. *Bulletin of the Entomological Society of America* 16: 94-98.
- Hobson RP: 1931. Studies on the nutrition of Blowfly larvae. I. Structure and function of alimentary tract. *Journal of Experience Biology* 8: 109-123.
- Imai C: 1984. Population dynamics of houseflies, *Musca domestica*, on experimentally accumulated refuse. *Research on Population Ecology* 26: 353-362.
- Inra: 1989. *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. 2^e éd., Paris, France. 282 pp.
- Keiding J: 1965. Observations on the behaviour of the housefly in relation to its control. *Rivista di Parasitologia* 26: 45-60.
- Keiding J: 1986. *La mouche domestique. Guide de formation et d'information, Série lutte anti-vectorielle*. Ed. OMS, 60 pp.
- Landry SV, Defoliart GR. and Sundem L: 1986. Larvae quality of six species of Lepidoptera (Saturniidae, Sphingidae, Noctuidae). *Journal of Economic Entomology* 79: 600-604.
- Lindner P: 1919. Extraction of fat from small animals. *Zoology Technology and Biology* 7:213-220.
- Linsenmaier W: 1973. *Insectes du monde*. Ed. Stock, Paris, France. 379 pp.
- Loa C: 2000. Production et utilisation contrôlées d'asticots. *Tropicultura* 18: 215-219.
- Lowe MC, Kotula KT. and Briggs GM: 1985. The protein quality (PER and NPR) of several powdered soybean food products in the rest. *Nutrition Reports International* 32: 547-557.
- Mau RFL: 1978. Larval development of *Musca sorbens* in animal dung in Hawaii. *Annals of the Entomological Society of America* 71: 635-636.
- Meyer JA. and Petersen JJ: 1983. Characterization and seasonal distributions of breeding sizes of stable flies and houseflies (Diptera :



- Muscidae) on eastern Nebraska feedlots and dairies. *Journal of Economic Entomology* economic entomology 76: 103-108.
- Mpoame M, Tegua A. and Nguemfo EL: 2004. Essai comparé de production d'asticots dans les fientes de poule et dans la bouse de vache. *Tropicultura* 22: 84- 87.
- Mulla MS, Hwang YS and Axelrod H: 1977. Attractants for synanthropic flies: chemical attractant for domestic flies. *Journal of Economic Entomology* 70: 644- 648.
- Myers N : 1982. Les insectes et les hommes. Ed. Albin Michel, Paris, France. 414 pp.
- Nakagaki BJ, Sunde ML and Defoliart GR: 1987. Protein quality of the house cricket *Acheta domestica* when fed to broiler chicks. *Poultry Science* 66: 1367-1371.
- Nzamujo OP.: 1999. Technique for maggot production. The Songhai experience. Unpublished.
- Schoof HS, Mail GA and Savage EP: 1954. Fly production sources in urban communities. *Journal of Economic Entomology* 47: 145-253.
- Sogbessan AO, Ajuonu N, Musa BO and Adewole AM: 2006. Harvesting techniques and evaluation of maggot meal as animal dietary protein source for heteoclarias in outdoor concrete tanks. *World Journal of Agriculture Science* 4: 394-402.
- Spiller D: 1964 . Nutrition and diet of Muscoid flies. *Bulletin de l'O.M.S.*31: 551-554.
- Steele RG. and Torrie JH: 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw- Hill, New York. 200 pp.
- Tegua A, Mpoame M. and Okourou JA: 2002. The production performance of broiler birds as affected by the replacement of fish meal by maggot meal in the stater and finisher diets. *Tropicultura* 20: 187-192.
- Teotia JS. and Miller BF: 1971. Nutritive content of fly pupae and manure residue. Unpublished report.
- Teotia JS. and Miller BF: 1973. Fly pupae as a dietary ingredient for starting chicks. *Poultry Science* 52: 1830-1835.
- Tiemoko Y. and Tawfik E: 1989 Effects of starter protein level on the growth performance of broiler chicks raised in the humid tropics. *Animal Research and Development* 30: 77-83.
- Wigglesworth VB: 1927a. Digestion in the Cockroach.I. The Hydrogen Ion concentration in the alimentary canal. *Biochemistry Journal* 21: 791.
- Wigglesworth VB: 1927b. Digestion in the Cockroach. II. The digestion of carbohydrates. *Biochemistry Journal* 21: 797.
- Wigglesworth VB: 1928. Digestion in the Cockroach. III. The digestion of proteins and fats. *Biochemistry Journal* 22: 150.
- Wigglesworth VB: 1970. *La vie des insectes*. Ed. Bordas, Paris , France. 383 pp.
- Yamamoto RR. and Jensen E: 1967. Ingestion of feeding stimulants and protein by the female housefly, *Musca domestica* L. *Journal of Insect Physiology* 13: 91-98.