



Influence des attractifs sur la production des larves de la mouche domestique (*Musca domestica* L. (1758)) pour l'alimentation avicole dans la zone ouest du Burkina Faso

Florence SANKARA^{1*}, Fernand SANKARA¹, Salimata POUSGA¹, Wendpègda Jeanne Marie BAMOGO¹, Kalifa COULIBALY¹, Jacques Philippe NACOULMA¹, Irénée SOMDA¹ et Marc KENIS²

¹Université Nazi BONI (UNB), 01 P.O. Box 1091, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

²Centre for Agricultural Bioscience International (CABI), 1 Rue des Grillons, Delémont, Switzerland.

*Auteur correspondant ; E-mail: floresancesankara21@gmail.com; Tel. : (+226) 70436385 / 76568487

Received: 12-03-2022

Accepted: 20-06-2022

Published: 30-06-2022

RESUME

Les asticots constituent une source alternative de protéines animales pour pallier au problème d'alimentation auquel est confrontée l'aviculture. Cette étude, conduite au Burkina Faso avait pour objectifs de déterminer la date appropriée de récolte des asticots, d'identifier les substrats potentiels de production ainsi que les meilleurs attractifs afin d'optimiser les méthodes de production des larves de mouches domestiques pour une production avicole plus efficace et rentable. A cet effet, trois dates de récolte (4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} jour après exposition des substrats) ont été testées. Aussi, l'effet de cinq substrats aux états bruts et fermentés et de trois attractifs sur la production des asticots a été évalué. Les résultats ont montré que les récoltes d'asticots effectuées le 4^{ème} jour étaient plus élevées (132,4 g/kg). La fiente de volaille constitue le meilleur substrat brut avec 112 g d'asticots frais/kg de substrat. Le sang frais est le meilleur attractif pour le son de maïs (254,3 g/kg) et le lisier de porc (199,8 g/kg). Les déchets de poisson frais constituent le meilleur attractif pour le contenu du rumen (121,5 g/kg). Les substrats peuvent être facilement améliorés à l'aide des attractifs. L'utilisation de tels résultats permet d'optimiser les méthodes de production d'asticots avec les meilleurs substrats et attractifs tout en récoltant à la bonne date.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Musca domestica*, asticots, protéines, substrats, attractifs, Burkina Faso.

Influence of attractants on the production of housefly larvae (*Musca domestica* L. (1758)) for poultry feed in the western zone of Burkina Faso

ABSTRACT

Maggots are an alternative source of animal protein to solve the feeding problem faced by poultry farming. The objectives of this study, conducted in Burkina Faso, were to determine the appropriate date for maggot harvesting, to identify potential production substrates and the best attractants in order to optimize housefly larvae production methods for more efficient and profitable poultry production. To this end, three harvest dates (4th, 5th and 6th day after exposure of the substrates) were tested. Also, the effect of five substrates in raw and fermented states and three attractants on maggot production was evaluated. The results showed that maggot harvests on day 4 were higher (132.4 g/kg). Poultry droppings were the best raw substrate with 112 g

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

9090-IJBCS

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i3.25>

fresh maggots / kg substrate. Fresh blood is the best attractant for corn bran (254.3 g/kg) and pig manure (199.8 g/kg). Fresh fish waste is the best attractant for rumen contents (121.5 g/kg). Substrates can easily be improved with the help of attractants. Using such results, maggot production methods can be optimized with the best substrates and attractants while harvesting at the right time.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Musca domestica*, maggots, proteins, substrates, attractants, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Les insectes constituent des sources alimentaires durables pour l'homme et ses animaux d'élevage (Kenis et al., 2014; Dao et al., 2020 ; Ganda et al., 2020). Leur utilisation pourrait donc contribuer à réduire l'insécurité alimentaire. Au Burkina Faso, l'aviculture est essentiellement traditionnelle et revêt une importance capitale et stratégique du fait de sa forte contribution à la lutte contre la pauvreté, à la sécurité alimentaire et nutritionnelle et à la création d'emplois (MRA, 2006).

Néanmoins, son essor est limité par la carence des rations alimentaires en protéines (Pousga et al., 2005 ; Ayssewede et al., 2011). Il y'a donc nécessité de trouver d'autres sources de protéines moins chers, accessibles à tous et susceptibles d'enrichir l'alimentation de la volaille (Kenis et al., 2014). Dans la nature, divers oiseaux comme les volailles complètent leur régime alimentaire avec les insectes tels que les termites, les asticots et les vers de terre (Ouédraogo et al., 2015, Pousga et al., 2019). C'est ainsi que les larves de mouches encore appelées asticots ont retenu l'attention de plusieurs auteurs à travers le monde (Kenis et al., 2014 ; Pomalégni et al., 2016 ; Odjo et al., 2018 ; Kiendrebéogo et al., 2019, Sanou et al., 2019a ; Traoré et al., 2020a, 2020b ; Sankara et al., 2021).

Plusieurs espèces de mouches peuvent être concernées : *Calliphora spp* ou mouches de viande, *Musca domestica* ou mouche domestique et *Hermetia illucens* ou mouche soldat noire (Bloukounon et al., 2019 ; Sanou et al., 2019a). Mais, la plus appropriée se révèle être la mouche domestique du fait de sa proximité avec l'homme. De plus, les larves de la mouche domestique sont facilement productibles en moins d'une semaine (Koné et

al., 2017 ; Sanou et al., 2019a). Les recherches menées par plusieurs auteurs ont montré que la production en masse des asticots est influencée par plusieurs facteurs d'ordre biotiques et abiotiques (Kenis et al., 2014 ; Bloukounon et al., 2017 ; Koné et al., 2017 ; Sanou et al., 2018).

Au Burkina Faso, Sanou et al. (2018) ont montré qu'il existe environ 25 substrats potentiels qui peuvent être utilisés seuls ou mélangés avec des attractifs dans la production des asticots. Très peu de données existent sur l'évaluation de l'effet de ces attractifs sur l'amélioration de la production des asticots. Alors que, pour optimiser la production en masse des asticots, il est judicieux d'étudier tous les paramètres pouvant affecter l'obtention de ces derniers. Cette étude s'inscrit dans cette logique avec pour objectif général d'optimiser les méthodes de production en masse des larves de la mouche domestique à l'ouest du Burkina Faso.

MATERIEL ET METHODES

Site de l'étude

L'étude s'est déroulée à l'animalerie de l'Institut du Développement Rural (IDR) de l'Université Nazi situé dans le village de Nasso (11°12' N, 4°26' O) à 15 km au nord-ouest de Bobo-Dioulasso à l'Ouest du Burkina Faso (Figure 1). La ville de Bobo-Dioulasso est caractérisée par un climat de type sud-soudanien et possède une saison sèche (octobre à avril) et une saison pluvieuse (mai à septembre). La saison sèche comprend une période fraîche de décembre à février et une période chaude de mars à avril. Les pluies sont inégalement réparties dans le temps et dans l'espace avec une pluviométrie pouvant atteindre 1100 mm d'eau par an. La végétation

est constituée de savanes boisées, arborées et arbustives (Guinko, 1984 ; Fontes et Guinko, 1995). Le climat a un rôle déterminant sur la vie et le développement des mouches et leurs larves tant par l'humidité, la température et les vents. Le site de l'étude est peu habité par les hommes, situé sur un terrain non inondable et bien ombragé avec une végétation assez dense. Il constitue donc un cadre idéal pour cette étude parce qu'il correspond aux normes pour l'implantation d'une « asticoterie » comme l'a décrit Malivel (2014).

Méthodologies

Choix des substrats, des récipients et des attractifs utilisés

Les mouches domestiques déposent leurs œufs dans la nature sur les matières organiques plus ou moins décomposées (Ndadi, 2010). Dans le cadre de cette étude, la fiente de volaille, le son de maïs, le son de riz, le lisier de porc et le contenu de rumen ont été retenus en raison de leur disponibilité tout au long de l'année et de leur gratuité ou de leur coût faible dans la ville de Bobo-Dioulasso comme substrats de production des asticots. Dans la même logique, le sang frais de bovins issu de l'abattoir, les déchets de poisson frais et du *soumbala* (épice locale de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex G.Don), ont été également retenus pour servir d'attractifs pour les mouches. Le sang frais de bovins a été choisi parce que la ville de Bobo-Dioulasso possède un abattoir où l'on peut s'en procurer gratuitement ou à moindre coût. Les déchets de poisson frais ont été recueillis gratuitement auprès des nombreuses poissonneries présentes dans la ville de Bobo-Dioulasso. Quant au soumbala, une faible quantité a été payée à moindre coût sur le marché local, pilé et fermenté. Des récipients en plastique de 490,625 cm² avec 12 cm de profondeur et 25 cm de diamètre ont été utilisés pour la production des asticots.

Etude de l'influence des dates d'extraction sur la production des asticots

Pour la phase de production, un kilogramme (1 kg) de chaque substrat a été

pesé, puis mis dans les récipients. Les substrats n'ayant pas les mêmes teneurs en eau, 1,5 litre d'eau a été ajouté à la fiente de volaille, au son de maïs et au son de riz. Aucune quantité d'eau n'a été ajoutée au lisier de porc et au contenu du rumen, car ces substrats étaient déjà humides et cette humidité variait entre 85% et 100%. Chaque substrat a été mélangé de façon homogène avec ou sans eau de telle sorte qu'il n'y ait pas de dépôt d'eau au fond du récipient. Quinze (15) répétitions de chacun des cinq (05) substrats ont été réalisées et disposées de façon aléatoire suivant un bloc complètement randomisé sous un hangar à l'abri du soleil et de la pluie pour la ponte des mouches. Après 24 heures d'exposition, les substrats ont été recouverts avec des sacs de conditionnement de céréales en film plastique permettant une bonne aération. Cette couverture a été faite dans le but d'obtenir des asticots d'une même classe d'âge.

Cinq répétitions de chaque substrat ont été récoltées successivement le quatrième, le cinquième et le sixième jour après exposition. La récolte s'est faite à l'aide des tamis à mailles moyennes (3x3 mm). La récolte a consisté à exploiter le caractère lucifuge des asticots en raclant d'abord les parties superficielles du substrat qui ne contenaient presque pas d'asticots. Ensuite, une fine couche du reste du substrat avec les larves ont été étalées sur les tamis reposés sur des bacs en fer. Les asticots n'aimant pas la lumière se dirigeaient vers le bas et tombaient dans les bacs laissant les résidus du substrat sur les tamis. Ces résidus sont jetés et le processus a été répété jusqu'à l'obtention d'asticots propres sans résidus. Les paramètres mesurés ont été la biomasse fraîche larvaire, la masse de pupes présentes sur les substrats le jour de la récolte et le nombre de mouches émergées sur 200 larves prélevées aux différents jours de récolte.

Etude de l'influence des substrats et de leur fermentation sur la production des asticots

Pour étudier l'influence des substrats sur la production en masse des asticots, les mêmes substrats utilisés dans le test précédent ont été utilisés à savoir la fiente de volaille, le

son de maïs, le son de riz, le lisier de porc et le contenu du rumen. Des récipients en plastique ont été utilisés comme contenants pour les substrats. Un (1) kilogramme de chaque substrat a été pesé. 1,5 l d'eau a été ajouté à la fiente de volaille, au son de maïs et au son de riz. Quant au lisier de porc et au contenu du rumen déjà humide, aucune quantité d'eau n'a été ajoutée. Chaque substrat a été répété dix (10) fois après avoir bien homogénéisé et disposés de façon aléatoire suivant un bloc complètement randomisé et exposés à la ponte des mouches. Les substrats ont été recouverts avec des sacs de conditionnement de céréales en fibres plastiques permettant une bonne aération après 24 h d'exposition. Les asticots ont été récoltés le quatrième jour suivant la même procédure de récolte décrite dans le test précédent. Le paramètre mesuré dans ce test était la biomasse fraîche larvaire produite dans chaque substrat.

Pour évaluer l'effet de la fermentation sur la production en masse des asticots, le lisier de porc, le contenu du rumen, le son de maïs et le son de riz après avoir été bien mélangés avec les mêmes quantités d'eau que pour le test précédent ont subi une fermentation microbienne. Cette fermentation a consisté à mettre les substrats mouillés dans des seaux en plastiques de capacité 15 L et fermés hermétiquement pendant 48 h avant de les utiliser pour la production des asticots. La fiente de volaille a été utilisée comme substrat témoin car elle constitue l'un des meilleurs substrats de production d'asticots (Sanou et al., 2019b) et n'a donc pas subi de fermentation microbienne. Après la fermentation, les substrats ont été exposés de façon aléatoire suivant un bloc complètement randomisé à la ponte des mouches avec 10 répétitions par traitement. La récolte des asticots a été faite le 4^{ème} jour. Le paramètre mesuré était la biomasse fraîche larvaire produite par substrat.

Etude de l'influence des attractifs sur la production des asticots

Afin de montrer l'effet des attractifs sur la productivité des substrats, le sang frais de bovins, les déchets de poisson frais et le

soumbala fermenté ont été utilisés chacun sur le lisier de porc, le contenu du rumen de bovins, le son de maïs et le son de riz à raison d'un demi-litre (1/2 L) de l'attractif sur un kilogramme (1 kg) de chaque substrat. Les mêmes quantités de substrats sans attractifs et 1 kg de la fiente de volaille ont constitué les témoins dans ce test. Chaque traitement a été répété 10 fois et l'ensemble disposé de façon aléatoire. La récolte a été faite le 4^{ème} jour telle que décrite dans l'étude de la date de récolte. Le paramètre mesuré était la masse fraîche des larves produite en fonction des substrats.

Après cela, un essai a été mis en place dans le but de comparer les trois attractifs utilisés. A cet effet, un demi-litre (1/2 L) de chaque attractif tel que le sang frais de bovins, les déchets de poisson frais et le soumbala fermenté (à l'état liquide) a été aspergé sur 1 kg de chacun des quatre substrats : le lisier de porc, le son de riz, le son de maïs et le contenu du rumen. La fiente de volaille est le substrat témoin et n'a donc pas reçu d'attractifs. Chaque traitement (substrat + attractif) a été répété dix (10) fois. C'est-à-dire que chaque attractif a été utilisé 10 fois sur le même substrat et ceux sur les 4 substrats. Le paramètre étudié est la masse fraîche des larves produite par attractif en fonction de chaque substrat.

Identification des mouches

Pour connaître les différents types de mouches qui colonisent les substrats, 200 asticots ont été prélevés de façon aléatoire après la récolte, lors de l'étude de l'influence des substrats bruts et celle des attractifs. Les asticots ont été mis dans des boîtes de Pétri et déposés sur une couche de sable (support de développement neutre) préalablement humidifié à 20% (50 g :10 ml). Après l'émergence des mouches quatre à cinq jours plus tard, l'identification a été faite au laboratoire des Systèmes Naturels, Agro systèmes et l'Ingénierie de l'Environnement sur la base des caractères morphologiques à l'aide de la loupe binoculaire et des clés d'identification (Haupt, 2000). Le taux d'émergence des mouches a été calculé à l'aide

de la formule suivante : Taux d'émergence des mouches (%) = (nombre de mouches × 100) / nombre de pupes.

Analyse statistique des données

Tableur Excel 2013 a été utilisé pour la saisie des données et la représentation des figures et des tableaux ainsi que pour calculer les taux d'émergence. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R version 4.1.2. Le test de Shapiro-Wilk ainsi que le test

de Bartlett ont été réalisés afin de vérifier respectivement la normalité des données et l'homogénéité des variances. Ainsi, les variables ont été soumises à l'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de probabilité de 5% suivie du contraste de Tukey pour la séparation des moyennes lorsque les données suivent une loi normale. Lorsque les données ne suivent pas une loi normale, le test de Kruskal-Wallis est appliqué au seuil de probabilité de 5%.

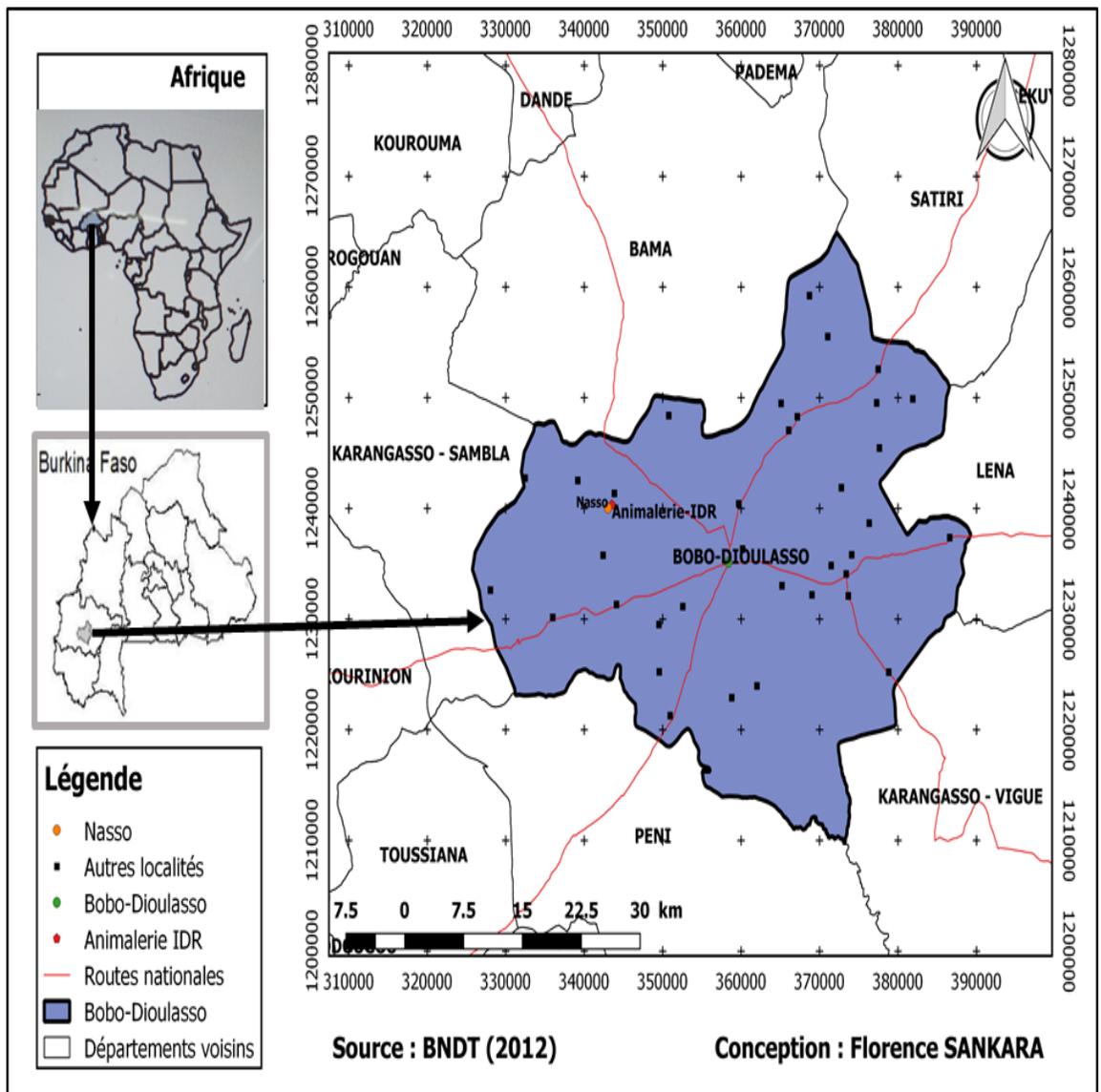


Figure 1 : Carte représentative de la zone d'étude.

RESULTATS

Influence des dates d'extraction sur la production des asticots

Le Tableau 1 présente les biomasses fraîches larvaires produites aux 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} jours après exposition en fonction des substrats. Les résultats ont montré que la quantité la plus élevée de la biomasse fraîche d'asticots a été obtenue avec la fiente de volaille et la plus faible a été obtenue avec le son de riz quel que soit le délai de récolte. Les valeurs varient entre 132,4 g (récolte réalisée au 4^{ème} jour avec la fiente de volaille) et 8,2 g (récolte réalisée au 5^{ème} jour avec le son de riz). La comparaison des moyennes a montré qu'il y a une différence significative entre les jours de récoltes pour les substrats fientes de volaille et le contenu du rumen au seuil de 5%. Par contre, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les jours de récolte pour les substrats son de maïs, son de riz et lisier de porc au seuil de 5%.

Nombre de pupes identifiées dans les substrats aux différents jours de récolte

Les résultats ont montré que les pupes commencent à apparaître à partir du 5^{ème} jour (Tableau 2). En effet, dans le lisier de porc, la fiente de volaille et le contenu du rumen, des pupes ont été observées sous forme de traces (< 1 g) au 5^{ème} jour de récolte. Au 6^{ème} jour de récolte des asticots, les pupes ont été séparées et quantifiées dans le lisier de porc (18 g), la fiente de volaille (16,5 g) et le contenu du rumen (< 1g). En ce qui concerne le son de maïs et le son de riz, aucune pupa n'a été observée durant les trois jours de récolte des asticots.

Taux d'émergence des mouches domestiques en fonction des jours de récolte

Le Tableau 3 a montré que le nombre de mouches émergées dans les 200 asticots prélevés après la récolte les 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} jours ainsi que le taux d'émergence des mouches. D'une manière générale, le nombre des mouches émergées croît du 4^{ème} au 6^{ème} jour de récolte d'asticots. Les taux d'émergence les plus élevés ont été obtenus avec le lisier de porc avec 24,5% au 4^{ème} jour, 96,5% au 5^{ème} jour et 99% au 6^{ème} jour. Le contenu du rumen de bovins a donné les taux d'émergence

suivants : 0,5% au 4^{ème} jour, 16,5% au 5^{ème} jour et 12% au 6^{ème} jour. Avec la fiente de volaille, on n'enregistre que 1% au 4^{ème} jour, 4% au 5^{ème} jour et 8% au 6^{ème} jour comme taux d'émergence des mouches. Quant au son de maïs et au son de riz, le taux d'émergence des mouches quel que soit la date de récolte considérée est négligeable. Au 4^{ème} jour, on enregistre 0% comme taux d'émergence des mouches pour ces deux derniers substrats. Au 5^{ème} et au 6^{ème} jour, pour le son de maïs, le même taux d'émergence des mouches qui était de 0,5% a été enregistré et pour le son de riz 0% et 2,5% ont été enregistrés respectivement.

Influence de la fermentation du substrat sur la production des asticots

La Figure 2 montre l'effet de la fermentation des substrats sur la production des asticots. Elle montre que la fiente de volaille (substrat témoin) a donné 116,6 g d'asticots, tandis que les autres substrats ont donné à l'état brut et fermenté respectivement 19,14 g et 76 g pour le son de maïs ; 14,2 g et 47,8 g pour le lisier de porc ; 10,66 g et 13,2 g pour le contenu du rumen ; 0,58 g et 6,6 g pour le son de riz. La comparaison des moyennes n'a montré aucune différence statistiquement significative entre le son de maïs fermenté et le substrat témoin au seuil de 5%.

Influence des attractifs sur la production des asticots

Effet de chaque attractif sur la productivité des substrats

La Figure 3 montre l'effet des attractifs sur la productivité des substrats en asticots de *M. domestica*. Avec les substrats bruts sans attractifs, une quantité importante d'asticots a été obtenue avec la fiente de volaille (130 g).

Les déchets de poisson frais utilisés comme attractifs, ont contribué à augmenter la productivité du contenu du rumen (121,5 g d'asticots), du lisier de porc (58,4 g d'asticots) et du son de maïs (34,2 g d'asticots) par rapport à la fiente de volaille.

Avec le sang frais d'animaux, le son de maïs et le lisier de porc se démarquent des autres substrats (Figure 4). L'analyse des variances montre qu'il n'y a pas de différence

statistiquement significative entre la productivité en asticots du son de maïs (254,3 g) et le lisier de porc (199,8 g). Par contre, on observe une différence statistiquement significative entre la productivité en asticots du son de maïs et le lisier de porc d'une part et le substrat témoin d'autre part (132,3 g). Le sang a aussi contribué à augmenter la productivité du son de riz à 56,3 g d'asticots. Quant au contenu du rumen de bovin, l'augmentation de la production des asticots n'a pas été remarquable (5,9 g).

Quant à l'utilisation du soubala comme attractif sur les substrats, l'analyse des variances ne montre aucune différence statistiquement significative entre la masse moyenne des asticots obtenus avec le son de maïs (133,8 g) et celle obtenu avec le substrat témoin (128,6 g) comme l'indique la Figure 5. Le soubala a permis au lisier de porc, au son de riz et au contenu du rumen de bovins d'augmenter relativement leur productivité en asticots avec 66,1 g ; 16,6 g ; 5,9 g respectivement.

Analyse comparée des effets des attractifs sur la productivité de chaque substrat

La Figure 6 montre la productivité en asticots de chaque substrat en fonction des attractifs utilisés. L'analyse des variances montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre la productivité en asticots du contenu du rumen additionnés aux déchets de poisson frais (85 g), au sang frais de bovins (67,4 g) et celle du substrat témoin (136,8 g) au seuil de 5%. Les

déchets de poisson frais, le sang frais de bovins et le soubala (33 g) utilisés sur le contenu du rumen ont aussi permis d'avoir des résultats semblables, car, il n'y a pas eu de différence statistiquement significative au seuil 5 % entre ces trois attractifs (Figure 6a).

Le lisier de porc produit plus d'asticots avec le sang frais de bovins qui avait une production moyenne (222,4 g) supérieure à celle du témoin (139,2 g), alors qu'avec les déchets de poisson frais et le soubala, sa productivité était faible avec 53,2 g et 46,8 g respectivement (Figure 6b). Quant au son de maïs, elle se démarquait plus avec le sang frais de bovins par une production moyenne de 170,2 g légèrement supérieure à celle du témoin qui avait une production moyenne de 139,4 g (Figure 6c). Le son de riz produit plus d'asticots avec le sang frais de bovins avec 30,4 g (Figure 6d).

Espèces de mouches identifiées lors du test des substrats et des attractifs.

Le Tableau 4 montre l'appartenance en familles, genres et espèces de mouches issues de l'émergence des asticots prélevés des substrats en fonction des attractifs. Seule la mouche domestique, *Musca domestica* a été observée sur les substrats bruts utilisés sans apport d'attractifs. En revanche, avec les différents attractifs utilisés tels que le sang frais de bovins, les déchets de poisson frais et le soubala fermenté, en plus de *Musca domestica*, l'espèce *Calliphora* spp. a été observée.

Tableau 1 : Variation de la masse fraîche des asticots (± erreur standard) en fonction des délais de récolte par substrat. Les données suivies d'une même lettre indiquent des différences non-significatives au seuil de 5%.

| Jour récolte | FV | SM | SR | LP | CR |
|--------------|----------------|---------------|-------------|---------------|--------------|
| Jour_4 (g) | 132,4 ± 10,1 a | 17,2 ± 10,8 a | 14 ± 15,8 a | 46 ± 22,8 a | 47,6 ± 5,9 a |
| Jour_5 (g) | 101 ± 35,7 ab | 20,8 ± 7,1 a | 8,2 ± 4,3 a | 65,6 ± 12,8 a | 32,6 ± 12 b |
| Jour_6 (g) | 83,6 ± 19,1 b | 26,2 ± 16,3 a | 9,6 ± 4,8 a | 49,6 ± 12,6 a | 21,8 ± 9,2 b |
| | Chi2 = 5,9 | F = 0,71 | Chi2 = 0,14 | F = 0,658 | Chi2 = 9,7 |
| Statistiques | df = 2 | df = 2 | df = 2 | df = 2 | df = 2 |
| | P = 0,053 | P = 0,51 | P = 0,93 | P = 0,54 | P = 0,007 |

FV : Fiente de Volaille ; SM : Son de maïs ; SR : Son de riz ; LP : Lisier de Porc ; CR : Contenu du Rumen de bovins.

Tableau 2: Nombre de pupes récoltées dans les substrats en fonction des jours de récolte.

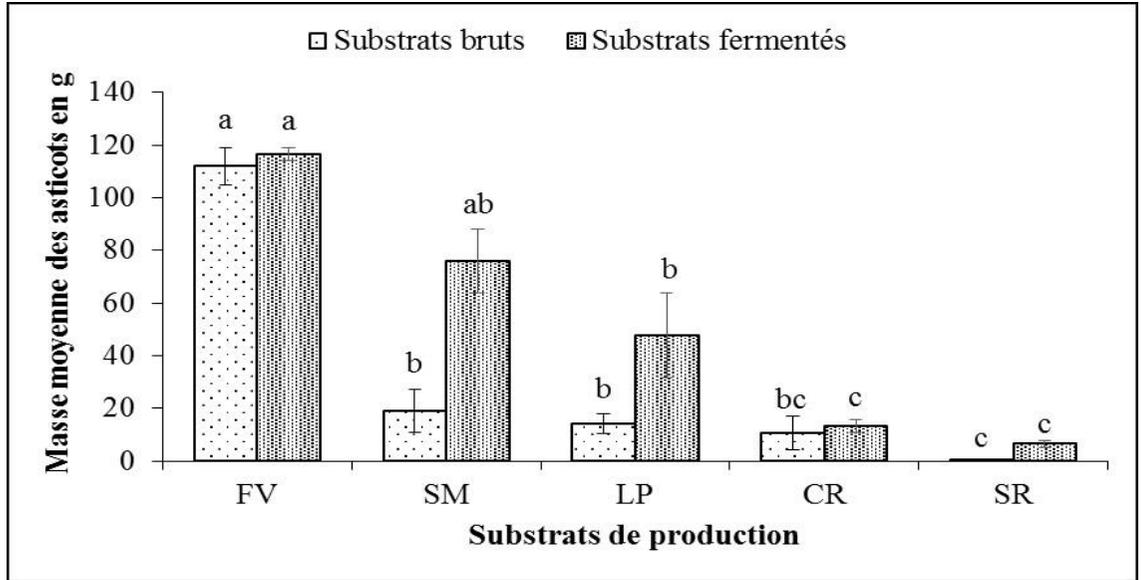
| Substrats | 4 ^{ème} jour | 5 ^{ème} jour | 6 ^{ème} jour |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Lisier | 0 | Traces | 18g |
| Fiente | 0 | Traces | 16,5g |
| Rumen | 0 | Traces | Traces |
| Son de maïs | 0 | 0 | 0 |
| Son de riz | 0 | 0 | 0 |

Traces : présence en faible quantité (< 1g).

Tableau 3 : Nombre de mouches issues de larves prélevées en fonction des jours de récolte.

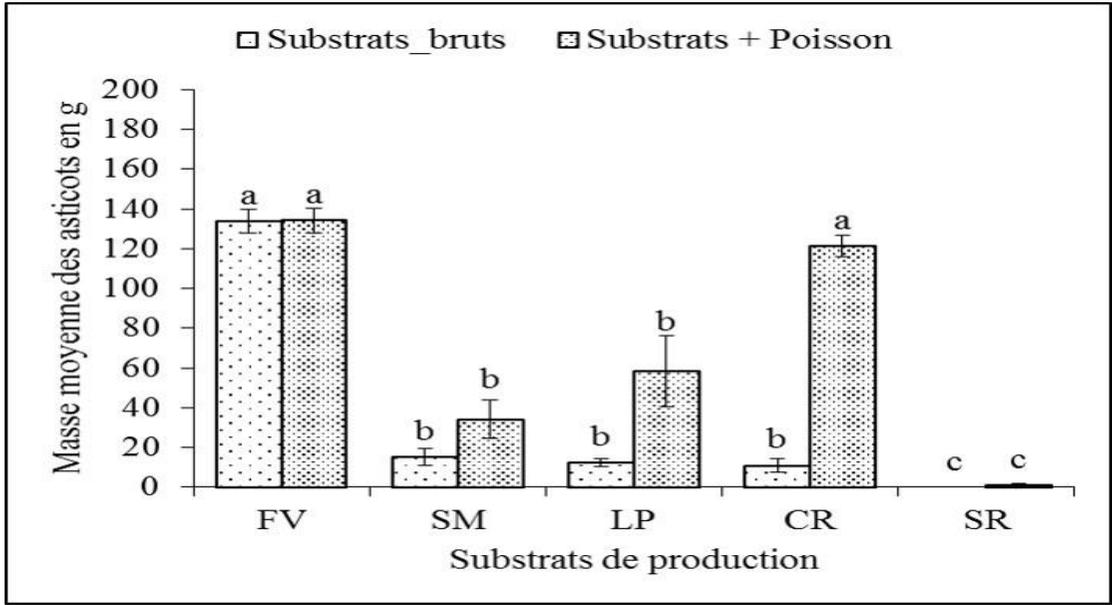
| Substrats | 4 ^{ème} jour | | 5 ^{ème} jour | | 6 ^{ème} jour | |
|----------------------------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
| | Effectif | TE (%) | Effectif | TE (%) | Effectif | TE (%) |
| Lisier de porc | 49 | 24,5 | 193 | 96,5 | 198 | 99 |
| Fiente de volaille | 2 | 1 | 8 | 4 | 16 | 8 |
| Contenu du rumen de bovins | 1 | 0,5 | 33 | 16,5 | 24 | 12 |
| Son de maïs | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 |
| Son de riz | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2,5 |

TE = taux d'éclosion.



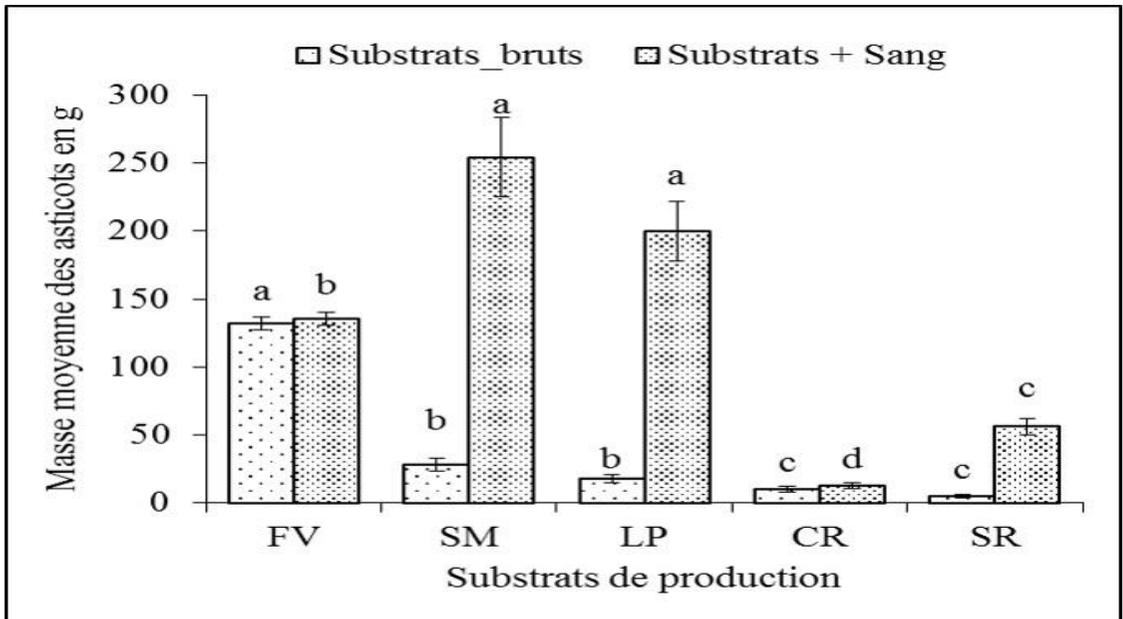
FV = Fiente de Volaille ; SM = Son de Maïs ; LP = Lisier de porc ; CR = Contenu du Rumen de bovins ; SR = Son de Riz.

Figure 2 : Effets de la fermentation sur la production des asticots en fonction des substrats. Les histogrammes surmontés d'une même lettre dans la même série de données indiquent des différences non-significatives au seuil de 5%. avec $df = 4$; $\text{Khi}^2 \text{ Brut} = 17,53$; $P \text{ brut} < 0,001$ et $F \text{ fermenté} = 24,74$; $P \text{ fermenté} = 0,0015$.



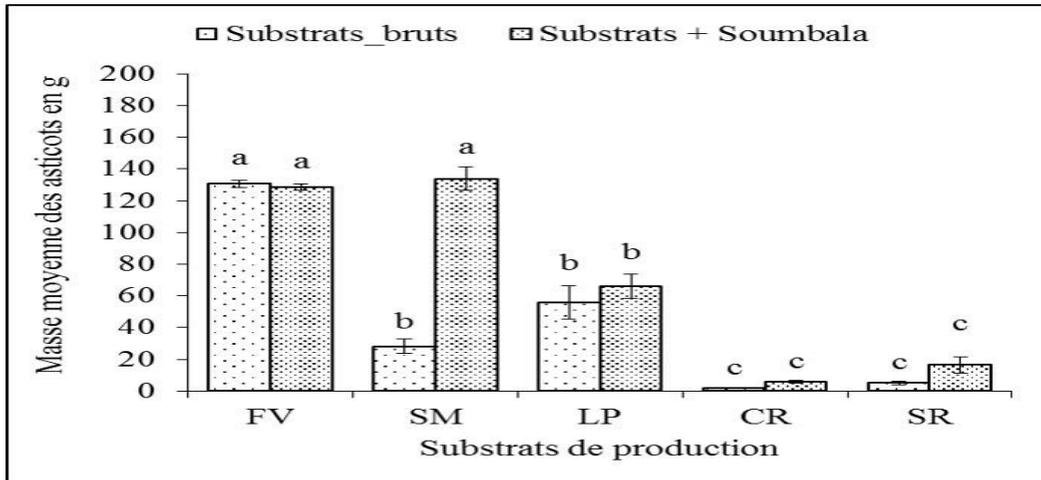
FV = Fiente de Volaille ; SM = Son de Maïs ; LP = Lisier de porc ; CR = Contenu du Rumen de bovins ; SR = Son de Riz.

Figure 3 : Influence de l’attractif déchet de poisson frais sur la masse moyenne des asticots (\pm erreur standard) en fonction des substrats. Les histogrammes surmontés d’une même lettre dans la même série de données indiquent des différences non-significatives au seuil de 5% avec $df = 4$; $P < 0.001$; $Khi2\ Brut = 38,25$ et $Khi2\ poisson = 35,8$.



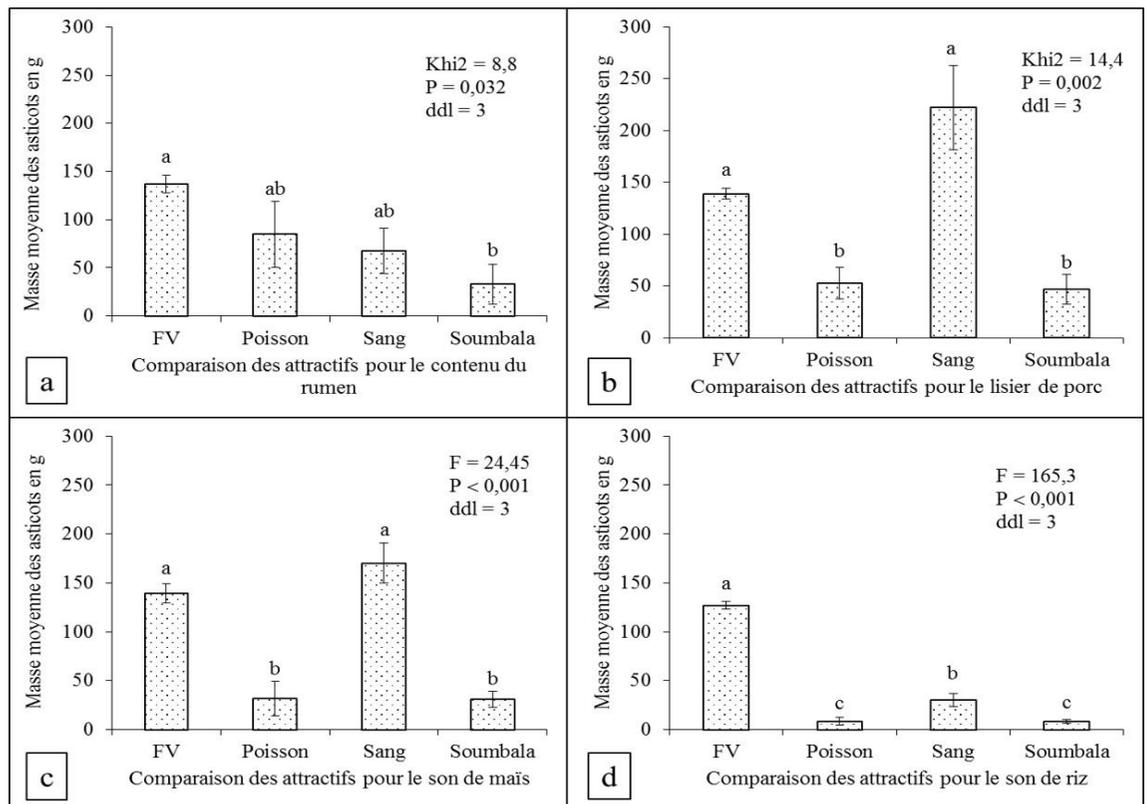
FV = Fiente de Volaille ; SM = Son de Maïs ; LP = Lisier de porc ; CR = Contenu du Rumen de bovins ; SR = Son de Riz.

Figure 4 : Influence de l’attractif sang frais de bovin sur la masse moyenne des asticots (\pm erreur standard) en fonction des substrats. Les histogrammes surmontés d’une même lettre dans la même série de données indiquent des différences non-significatives au seuil de 5% avec $df = 4$; $P < 0.001$; $Khi2\ Brut = 41,1$ et $Khi2\ sang = 42,1$.



FV = Fiente de Volaille ; SM = Son de Maïs ; LP = Lisier de porc ; CR = Contenu du Rumen de bovins ; SR = Son de Riz.

Figure 5 : Influence de l’attractif soubala sur la masse moyenne des asticots (\pm erreur standard) en fonction des substrats. Les histogrammes surmontés d’une même lettre dans la même série de données indiquent des différences non-significatives au seuil de 5% avec $df = 4$; $P < 0,001$; $Khi2$ Brut = 42,8 et $Khi2$ soubala = 42,4.



FV = Fiente de Volaille.

Figure 6 : Masse moyenne (\pm erreur standard) des asticots récoltés en fonction des attractifs utilisés pour chaque substrat. Les histogrammes surmontés d’une même lettre indiquent des différences non-significatives au seuil de 5%.

Tableau 4 : Espèces de mouches observées après ajout d'attractifs.

| Attractifs | Substrats | Ordre | Familles | Genres | Espèces |
|---------------------|--------------------|----------|----------------------------|-------------------------------------|--|
| Sang frais | Fiente de volaille | Diptères | Muscidés | <i>Musca</i> | <i>M. domestica</i> |
| | Lisier de porc | Diptère | Muscidés, Calliphoridés | <i>Musca</i> , <i>Calliphora</i> | <i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i> |
| | Contenu du rumen | Diptères | Muscidés, Calliphoridés | <i>Musca</i> , <i>Calliphora</i> | <i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i> |
| | Son de maïs | Diptères | Muscidés, Calliphoridés | <i>Musca</i> , <i>Calliphora</i> | <i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i> |
| | Son de riz | Diptères | Muscidés | <i>Musca</i> | <i>M. domestica</i> |
| Viscères de poisson | Lisier de porc | Diptères | Muscidés, Calliphoridés | <i>Musca</i> , <i>Calliphora</i> | <i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i> |
| | Contenu du rumen | Diptères | Muscidés | <i>Musca</i> | <i>M. domestica</i> |
| | Son de maïs | Diptères | Muscidés | <i>Musca</i> | <i>M. domestica</i> |
| | Son de riz | Diptères | Muscidés | <i>Musca</i> | <i>M. domestica</i> |
| Soumbala | Lisier de porc | Diptères | Muscidés, Calliphoridés | <i>Musca</i> , <i>Calliphora</i> | <i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i> |
| | Contenu du rumen | Diptères | Muscidés | <i>Musca</i> | <i>M. domestica</i> |
| | Son de maïs | Diptères | Muscidés | <i>Musca</i> | <i>M. domestica</i> |
| | Son de riz | Diptères | Muscidés | <i>Musca</i> | <i>M. domestica</i> |

DISCUSSION

Des essais ont été réalisés dans le but de développer et d'optimiser des systèmes de production en masse d'asticots de *M. domestica* appropriés afin d'améliorer la valeur nutritionnelle de la volaille. De l'étude de la date de récolte des asticots, il ressort que le 4^{ème} jour après exposition est le plus approprié pour la récolte des asticots. En effet, au 5^{ème} et au 6^{ème} jour de récolte, on note la présence de quelques pupes parmi les asticots pour certains substrats, alors que les pupes ne sont pas très nutritives pour la volaille (Hardouin et al., 2000). En effet, Hardouin et al. (2000) ont montré que l'intérêt alimentaire des pupes est faible, car étant protégées par une enveloppe rigide constituée essentiellement de kératine, matière azotée de la corne, leur digestibilité est réduite. De ce fait, les oiseaux d'élevage doivent consommer le moins possible de pupes, mais plus d'asticots. Par contre, au 4^{ème} jour, les asticots étaient assez en forme, très actifs et descendaient rapidement entre les mailles des tamis car étant proche de la

pupaison, ils regorgeaient assez de nutriments profitables à la volaille, donc c'était le jour idéal pour récolter les asticots. Les résultats sont similaires à ceux de Sanou et al. (2019b). Dans ce sens, les travaux de Akilimali et al. (2019) ont montré que la composition chimique des asticots issus d'un même type de substrat variait de manière croissante jusqu'au stade proche de la pupa. D'où les asticots issus du dernier stade du développement larvaire sont intéressants dans l'alimentation des animaux domestiques. Ces résultats entrent dans les délais de jour de récolte trouvés par Loa (2000). Ce dernier a trouvé dans ses recherches que les larves de 3 à 5 jours sont les plus intéressantes en termes de qualité nutritionnelle pour la volaille.

La production des asticots varie en fonction des substrats. Ces résultats sont similaires à ceux de Ganda et al. (2019) et de Sankara et al. (2021) selon lesquels le rendement en asticots varie avec la nature des substrats. Cela pourrait être dû au fait que les caractéristiques des substrats diffèrent l'une de

l'autre en termes de richesse en protéines, l'odeur, la texture, l'état et la vitesse de décomposition. La fiente de volaille est le meilleur substrat de production d'asticots de *M. domestica*. Ce même constat a été fait par Koné et al. (2017), Sanou et al. (2019b) et Sankara et al. (2021). La fiente de volaille est un substrat qui dégage une forte odeur lorsqu'elle est humidifiée et regorge beaucoup de nutriments facilement accessibles par les asticots car constituée de déjections de volaille, de copeaux de bois et des restes d'aliments pour volaille. C'est ce qui pourrait expliquer sa productivité élevée en asticots.

Les odeurs qui attirent les mouches domestiques sont multiples. En effet, les substrats fermentés ont produit plus d'asticots que les substrats bruts. Cette augmentation se remarque plus avec le son de maïs fermenté et le lisier de porc fermenté. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les substrats fermentés dégagent plus d'odeurs qui attirent plus de mouches pour la ponte donnant ainsi beaucoup d'asticots. Ces résultats corroborent ceux de Ndadi (2010) qui a trouvé que les odeurs des matières en fermentation augmentent l'attraction des mouches. Ce même constat a été fait par Sankara et al. (2021).

L'utilisation des attractifs entraîne une augmentation de la productivité des substrats en asticots, mais cette augmentation varie en fonction du substrat et de l'attractif utilisé. Le sang est le meilleur attractif pour le lisier de porc, le son de maïs, le son de riz. Quant au contenu du rumen, les déchets de poisson seraient le meilleur en termes d'attraction. Ces résultats corroborent ceux de Bouafou et al. (2006), qui ont montré que les déchets d'origine animale ou combinée avec d'autres d'origine végétale attirent beaucoup les mouches qui viennent y pondre donnant lieu à de nombreux asticots.

Les taux d'émergence des mouches ont varié de 0% à 99% suivant les jours de récolte après exposition. Les taux d'émergence les plus élevés ont été enregistrés au 6^{ème} jour et les plus faibles au 4^{ème} jour. Ainsi, pour une production destinée à obtenir des adultes, les asticots doivent être récoltés au 5^{ème} ou au 6^{ème} jour. Les résultats obtenus avec le lisier de porc

sont légèrement supérieurs à ceux obtenus par Sanou (2019) qui ont obtenu un taux d'émergence de 87,4% avec la fiente de volaille. Avec des substrats de production tels que l'ananas, la papaye, la banane, le miel et un mélange de lait + du sucre, Ganda et al. (2020) ont obtenu des taux d'émergence supérieurs à 94% des mouches au Bénin. Par contre, avec les autres substrats de production, les taux d'émergence sont très faibles par rapport à ceux obtenus par Sanou (2019) et Ganda et al. (2020).

L'identification des mouches a montré que seule la famille des *Muscidae* particulièrement *Musca domestica* L. a colonisé les substrats bruts. Cependant, elle a révélé qu'en plus de cette famille, la famille des *Calliphoridae*, particulièrement *Calliphora spp* ou mouches de viande colonisent les substrats lorsque l'on y ajoute des attractifs. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Bouafou et al. (2006) qui avaient identifié seulement deux types de mouches : les mouches domestiques (*Muscidae*) et les mouches à viande (*Calliphoridae*) qui étaient majoritairement sur les ordures ménagères en Côte d'Ivoire. De leur côté, Agodokpessi et al. (2016) ont identifié une seule espèce de mouches, *Musca domestica* qui était attirée par la décomposition de la fiente de volaille utilisée comme substrat. Ces différences s'expliqueraient par le fait que ces études n'ont pas été menées dans le même milieu, ni dans les mêmes conditions. L'absence de la famille des *Calliphoridae* lors du test des substrats bruts pourrait s'expliquer par une faible odeur. En effet, cette famille est attirée par les fortes odeurs et particulièrement par la matière organique d'origine animale en décomposition, d'où son appellation de « mouche de viande ». Par contre, la proximité des *Muscidae* aux activités humaines fait que la mouche domestique est facilement attirée par la matière organique (d'origine animale ou végétale) dégageant une moindre odeur.

Conclusion

Au bilan de cette étude, il ressort que la fiente de volaille constitue le meilleur substrat de production des asticots. La

production d'asticots avec les autres substrats tels que le lisier de porc, le contenu du rumen, le son de maïs et le son de riz peut être facilement amélioré par une fermentation ou par un apport d'attractifs comme le sang frais de bovins, les déchets de poisson frais et le soubala. En outre, l'efficacité des attractifs est fonction des substrats : le sang est plus efficace sur le son de maïs, le lisier de porc et le son de riz. En revanche, les viscères de poisson sont plus efficaces sur le contenu du rumen. Alors, pour une optimisation de la production en masse des asticots de *M. domestica*, il est nécessaire de disposer de substrats facilement décomposables et aussi utiliser de la matière organique à forte odeur pour attirer plus de mouches. De ce fait, pour optimiser la production d'asticots on peut utiliser les meilleurs substrats et attractifs et les asticots récoltés au 4^{ème} jour. Ces méthodes restent facilement accessibles et reproductibles par tous. De tels résultats peuvent être exploités dans la production d'aliments protéiques et donc contribuer à l'amélioration de l'alimentation aviaire.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

FS a effectué les analyses des données, a réalisé les figures, les tableaux et a rédigé le manuscrit. WJMB a collecté les données sur le terrain et a participé à la rédaction du manuscrit. FS a supervisé la rédaction du protocole, la collecte des données et la préparation du manuscrit. SP, KC, JPN, MK et IR ont participé à la révision du manuscrit

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec l'appui du projet "Insects as Food and Feed in West Africa (IFWA)" qui a été financé par la Direction du développement et de la coopération suisse et le Fonds national suisse de la recherche scientifique dans le cadre du "Swiss Programme for Research on Global Issues for Development (R4D)". Les auteurs remercient M. Abdoul Gafar SANOU, Mme

Aïchatou Nadia Christelle DAO, M. Gouda Zoram ZONGO pour leurs conseils et critiques lors de nos travaux.

REFERENCES

- Agodokpessi BJ, Toukourou Y, Alkoiret IT, Senou M. 2016. Performances zootechniques des dindonneaux nourris à base de farine d'asticots. *Tropicultura*, **34**(3): 253-261. <http://www.tropicultura.org/text/v34n3/253.pdf>
- Akilimali JI, Shukuru DW, Muzee LK, Ntagereka BP, Baluku JPB. 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. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v142i1.7>
- Ayssiwede SB, Dieng A, Houinato MRB, Chrysostome CAAM, Issay Hornick JL, Missohou A. 2011. Élevage des poulets traditionnels ou indigènes au Sénégal et en Afrique Subsaharienne: état des lieux et contraintes. *Annales de Médecine Vétérinaire*, **157**: 103-119. DOI: <http://hdl.handle.net/2268/165669>
- Bloukounon AYG, Saidou A, Clottey V, Chrysostome CAAM, Kenis M, Mensah GA. 2017. Typology of organic residues attracting flies and their utilization in the agricultural sector in southern Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(6): 2560-2572. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i6.1>
- Bloukounon AYG, Saïdou A, Chrysostome CAAM, Kenis M, Amadji GL, Igué AM, Mensah GA. 2019. Physical and Chemical Properties of the Agro-processing By-products Decomposed by Larvae of *Musca domestica* and *Hermetia illucens*. *Waste and Biomass Valorization*, **11**(2): 9p. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00587-z>
- Bouafou KGM, Kouame KG, Amoikon EK, Offoumou AM. 2006. Potentiels pour la production d'asticots sur des sous-produits en Côte d'Ivoire. *Tropicultura*,

- 24(3):** 157-161.
<http://www.tropicultura.org/text/v24n3/157.pdf>
- Dao ANC, Nacambo S, Sankara F, Pousga S, Coulibaly K, Nacoulma JP, Somda I, Kenis M. 2020. Evaluation des méthodes de piégeage des termites au nord du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14(7):** 2556–2566. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i7.15>
- Fontes J, Guinko S. 1995. Carte de végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Toulouse, Institut de la Carte Internationale de la Végétation, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou, Institut du Développement Rural, Burkina Faso, 67p.
- Ganda H, Abihona HA, Zannou-Boukari ET, Kenis M, Chrysostome CAAM, Mensah GA. 2020. Influence of adult diet on biological parameters of the housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *The Journal of Basic and Applied Zoology*, **81(46)**. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41936-020-00181-z>
- Ganda H, Zannou-Boukari HT, Kenis M, Chrysostome, CAAM, Mensah GA. 2019. Potentials of animal, crop and agri-food wastes for the production of fly larvae. *Journal of Insects as Food and Feed*, **5(2):** 59–67. DOI: [10.3920/JIFF2017.0064](https://doi.org/10.3920/JIFF2017.0064)
- Guinko S. 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de Doctorat en Sciences Naturelles, Université de Bordeaux II, France, 394 p.
- Hardouin J, Dongmo T, Ekoue SK, Loa C, Malekani M, Malukiza M. 2000. Guide Technique d'Élevage n°7 : les asticots. Information et Documentation BEDIM, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, Belgique, 8 p.
- Haupt H. 2000. Guide des mouches et des moustiques. Courrier de l'environnement de l'INRA n°41, France.
- Kenis M, Koné N, Chrysostome CAAM, Devic E, Koko GKD, Clotley VA, Nacambo S, Mensah GA. 2014. Insects used for animal feed in West Africa. *Entomologia*, **2:** 107–114. DOI: [10.4081/entomologia.2014.218](https://doi.org/10.4081/entomologia.2014.218)
- Kiendrebéogo T, Ouédraogo IZ, Barry D, Kaboré-Zoungrana CY. 2019. Production of a protein concentrate based on maggots of domestic flies for the feeding of non-ruminant animals in Burkina Faso. *Asian Journal of Applied Sciences*, **7**. <https://www.ajouronline.com/index.php/AJAS/article/download/5977/3141>
- Koné N'g, Sylla M, Nacambo S, Kenis M. 2017. Production of house fly larvae for animal feed through natural oviposition. *Journal of Insects as Food and Feed*, **3(3):** 177-186. DOI: <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0044>
- Loa C. 2000. Production et utilisation contrôlées d'asticots. *Tropicultura*, **18:** 215-219.
<http://www.tropicultura.org/text/v18n4/215.pdf>
- Malivel A. 2014. Le mini-élevage des asticots ou la « larviculture ». Centre Songhaï de Porto-Novo, Bénin, 39 P.
- MRA. 2006. Les statistiques du secteur de l'élevage au Burkina Faso. Direction Générale de la Prévision et des Statistiques de l'Élevage, MRA, Ouagadougou, Burkina Faso, 64p.
- Ndadi NK. 2010. Contribution à l'étude des substrats adéquats pour la production d'asticot comme aliment pour volaille à Kinshasa. TFE en Zootechnie, Faculté des Sciences Agronomiques/Université de Kinshasa, 25p.
- Odjo NI, Djissou SMA, Guezo C, Fiogbe DE. 2018. Optimization of maggot production from a mixture of chicken viscera and soya cake based on different ratios. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12(4):** 1583-1589. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.6>
- Ouédraogo B, Bale B, Zoundi SJ, Sawadogo LO. 2015. Caractéristiques de l'aviculture villageoise et influence des techniques d'amélioration sur ses performances zootechniques dans la province du Sourou, région Nord-Ouest Burkinabè. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9(3):** 1528-1543. DOI: [10.4314/ijbcs.v9i3.34](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.34)

- Pomalegni SCB, Gbemavo DSJC, Kpade CP, Babatounde S, Chrysostome CAAM, Koudande OD, Kenis M, Glele Kakaï RL, Mensah GA. 2016. Perceptions et facteurs déterminant l'utilisation des asticots dans l'alimentation des poulets locaux (*Gallus gallus*) au Bénin. *Journal of Applied Bioscience*, **98**: 9330 – 9343. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v98i1.9>
- Pousga S, Sankara F, Coulibaly K, Nacoulma JP, Ouédraogo S, Kenis M, Chrysostome C, Ouédraogo GA. 2019. Effets du remplacement de la farine de poisson par les termites (*Macrotermes* sp.) sur l'évolution pondérale et les caractéristiques de carcasse de la volaille locale au Burkina Faso. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.*, **19**(2): 14354-14371. DOI: 10.18697/ajfand.85.174 30
- Pousga S, Boly H, Lindberg J, Ogle B. 2005. Scavenging Pullets in Burkina Faso: Effect of Season, Location and Breed on Feed and Nutrient Intake. *Tropical Animal Health and Production*, **37**(8): 623–634. DOI: 10.1007/s11250-005-4304-1
- Sankara F, Sankara F, Pousga S, Coulibaly K, Nacoulma JP, Somda I, Kenis M. 2021. Amélioration de techniques de production, d'extraction et de séchage des larves de mouches domestiques (*Musca domestica* Linnaeus, 1758) utilisées dans l'alimentation des volailles au Burkina Faso. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **50**(1): 8998-9013. DOI: <https://doi.org/10.35759/JAnmPISci.v50-1.4>
- Sanou AG. 2019. Étude de facteurs de développement de *Musca domestica* L. (diptera: muscidae) et mise au point de systèmes de production de masse de l'insecte pour l'alimentation de la volaille. Thèse de Doctorat, Université Nazi BONI, Burkina Faso, 214 p.
- Sanou AG, Sankara F, Pousga S, Coulibaly K, Nacoulma JP, Kenis M, Clottey VA, Nacro S, Somda I. 2018. Indigenous practices in poultry farming using maggots in Western Burkina Faso. *Journal of Insects as Food and Feed*, **4**: 219-228. DOI: <https://doi.org/10.3920/JIFF2018.0004>.
- Sanou AG, Sankara F, Pousga S, Coulibaly K, Nacoulma JP, Kenis M, Clottey VA, Nacro S, Somda I. 2019a. Farmers' perception of the use of fly larvae in poultry feed in Burkina Faso. *African Entomology*, **27**: 373–385. DOI: <https://doi.org/10.4001/003.027.0373>
- Sanou AG, Sankara F, Pousga S, Coulibaly K, Nacoulma JP, Ouedraogo I, Nacro S, Kenis M, Sanon A, Somda I. 2019b. Production de masse de larves de *Musca domestica* L. (Diptera : Muscidae) pour l'aviculture au Burkina Faso: Analyse des facteurs déterminants en oviposition naturelle. *Journal of Applied Bioscience*, **134**: 13689–13701. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v134i1.6>
- Traoré I, Pousga S, Sankara F, Coulibaly K, Nacoulma JP, Kenis M, Mensah GA, Ouédraogo GA, 2020a. Étude du comportement alimentaire de la pintade locale (*Numida meleagris* L.) à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(1): 154-169. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i1.13>
- Traoré I, Pousga S, Sankara F, Zongo ZG, Coulibaly K, Nacoulma JP, Kenis M, Ouédraogo GA. 2020b. Influence des larves séchées de mouches domestiques (*Musca domestica* L.) sur la prise alimentaire du poulet local (*Gallus domesticus*, L.) au Burkina Faso. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **45**(2): 7884-7899 DOI: <https://doi.org/10.35759/JAnmPISci.v45-2.2>.