

COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL – VIII CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL  
“Nutrição Animal e Produção Sustentável de Alimentos”

NOVAS PROTEÍNAS PARA AVES: INSETOS  
Regis Kamimura; Cristiane Ferreira Prazeres Marchini

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de farinha de insetos na alimentação animal foi sugerida pela FAO (2011) pois, atualmente, existe uma necessidade de se aumentar o fornecimento de proteína sustentável para uso em rações para animais. Na perspectiva de melhorar a sustentabilidade da produção de carne, os insetos estão emergindo rapidamente como ingrediente alimentar inovador para algumas espécies de animais de produção, especialmente aves e suínos, como uma alternativa potencial para vegetais proteicos e farinha de peixe (Charlton et al., 2015; Cullere et al., 2017).

Na maioria dos sistemas de produção animal, a ração ocupa a maior parte dos custos. A farinha de peixe e as leguminosas, como a soja, são ingredientes-chave nos alimentos para animais, fornecer os compostos proteicos necessários (Kenis et al., 2014). Larvas e pupas de insetos são ricas em proteínas (40-70% de MS), ácidos graxos mono- e/ ou poliinsaturados, ferro, cobre, magnésio, manganês, fósforo, selênio, zinco, vitaminas do complexo B e aminoácidos tais como lisina e triptofano (DeFoliart 1995; Rumpold e Schlüter, 2013), além de terem ciclos de vida curtos e serem fáceis de produzir e manusear (Ramos-Erlduy et al., 2002).

Até agora, os principais esforços de pesquisa em dietas de aves e suínos concentraram-se na mosca soldado negro (MSN), mosca doméstica (MD), larvas de bicho-da-seda, *Tenebrio molitor* (TM), gafanhotos e grilos.

## 2 ESPÉCIES DE INSETOS COM POTENCIAL PARA A UTILIZAÇÃO NA DIETA ANIMAL COMO FONTE PROTEÍCA

### 2.1 Mosca soldado negro (*Hermetia illucens*)

A criação da mosca soldado negro tem sido destacada como uma maneira eficiente de se converter dejetos orgânicos em biomassa rica em proteína e gorduras para alimentar animais de produção e para produzir biodiesel (Diener et al., 2011; van Huis et al., 2013).

A larva da mosca soldado negro pode alcançar 27 mm de comprimento, 6mm de largura e 220mg de peso na sua última fase larval e se alimenta de 25 a 500mg de matéria fresca/larva/dia obtida de frutas, vegetais, grãos de destilaria, vísceras de peixes e excreta dos animais e de humanos (Hardoion e Mahoux, 2003; Diener et al., 2011; van Huis et al., 2013).

A grande vantagem da mosca soldado negro sobre outros insetos utilizados para a produção de biomassa é que a mosca adulta não é um potencial vetor de doenças, porém apresenta a desvantagem de necessitar de ambientes mais quentes para seu desenvolvimento, o que pode demandar energia para aquecimento nos locais de criação estabelecidos em países de climas temperados (Leclercq, 1997; Veldkamp et al., 2012).

O ambiente ideal de criação da mosca soldado negro se caracteriza por temperaturas entre 29 e 31°C, UR entre 50 e 70% utilizando-se substratos como fezes de suínos, aves e restos de alimentos (Barry, 2004). Assim, as larvas podem reduzir o acúmulo de esterco de galinhas poedeiras e de suínos em 50% e do lixo doméstico em 65-75% (Sheppard et al., 1994; Barry, 2004; Newton et al., 2005; Diener et al., 2011). Além disso, a larva da mosca soldado negro é competidora da larva da mosca doméstica (*Musca domestica*) e podem reduzir a sua população em 94-100% nas excretas de aves e suínos (Sheppard et al., 1994; Newton et al., 2005). Há relatos de que a larva da mosca soldado negro modifica a microbiota das excretas, reduzindo a população de bactérias patogênicas como a *Escherichia coli* O157:H7 e *Salmonella enterica* (Erickson et al., 2004).

Os constituintes químicos da larva da mosca soldado negro (Tabela 1) varia muito e depende do tipo do substrato utilizado para sua criação e de sua composição (Oonincx et al., 2015).

Tabela 1. Médias e desvios-padrão dos constituintes químicos, minerais e amoniacídicos da larva da mosca soldado negro (*Hermetia illucens*)

Composição química da matéria seca	
Proteína bruta (%)	42,1±1,0
Fibra bruta (%)	7,0
Extrato etéreo (%)	26,0±8,3
Matéria mineral (%)	20,6±6,0
Energia bruta (MJ/kg)	22,1
Composição mineral da matéria seca	
Ca (g/kg)	75,6±17,1
P (g/kg)	9,0±4,0
K (g/kg)	6,90
Na (g/kg)	1,30
Mg (g/kg)	3,90
Fe (g/kg)	1,37
Mn (mg/kg)	246,0
Zn (mg/kg)	108,0
Cu (mg/kg)	6,0
Composição aminoacídica (g/16g N)	
Alanina	7,7±0,8
Arginina	5,6±0,3
Ácido aspártico	11,0±1,8
Cistina	0,1
Metionina	2,1±0,3
Lisina	6,6±0,9
Isoleucina	5,1±0,5
Leucina	7,9±0,6
Fenilalanina	5,2±0,4
Treonina	3,7±1,7
Triptofano	0,5
Ácido glutâmico	10,9±2,4
Histidina	3,0±1,0
Prolina	6,6
Serina	3,1±1,9
Tirosina	6,9±0,7
Valina	8,2±1,4

Fonte: Modificado de Makkar et al. (2014)

Bactérias isoladas da larva da mosca soldado negro pode ser usada como probiótico para melhorar o desempenho de animais de produção (Ushakova et al., 2016). Além disso, BSF pode ser utilizada para fornecer macro e micronutrientes além de proteínas. Por exemplo, essa espécie podem ser usadas como alimento alternativo adequado rico em minerais, eliminando as necessidade de suplementação mineral em dietas para aves as (Dierenfeld e King, 2009).

Como as pré-pupas são fáceis de coletar, apresentam alto teor de proteínas, e têm menor teor de quitina que as pupas, o melhor estágio larval a ser usado como

ração animal é o pré-pupa. De qualquer maneira, os problemas de processamento do BSF requerem mais estudos, pois o conteúdo de quitina pode não ser o único fator responsável por esses problemas, e pode até mesmo não estar envolvido (Makkar et al., 2014).

A farinha de larvas da mosca soldado negro é um ingrediente adequado para ser utilizada na alimentação de suínos em fase de crescimento, pois apresenta boa palatabilidade, mas é relativamente deficiente em metionina+lisina e treonina, havendo a necessidade de suplementação (Newton et al., 1977).

Segundo Onsongo et al. (2018) a substituição do farelo de soja e farinha de peixe pela farinha de larva da mosca soldado negro (FLMSN) em três níveis (5, 10 e 15%) na dieta (3.000 Kcal/ kg de EM, 220 g PB/ kg e 200 g PB/ kg na dietas iniciais e finais, respectivamente) de frangos de corte da linhagem Cobb não afetou o consumo de ração, o peso corporal, o ganho de peso diário, a conversão alimentar, o aroma ou paladar da carne de peito cozida, bem como pesos absolutos e relativos de peito, gordura abdominal, fígado, moela, coração e baço. Ainda, o preço da ração reduziu gradualmente a medida em que o farelo de soja e a farinha de peixe foram substituídas pela FLMSN, sendo a substituição de 15% a mais barata/ave na idade de abate, ou seja, uma redução de 14,3% comparada à ração convencional.

A utilização da farinha de larvas da mosca soldado negro também se mostrou promissora na dieta de poedeiras podendo ser uma fonte proteica para esta linhagem. Al-Qazzaz et al. (2016) testaram a adição de 1% e 5% da FLMSN na ração basal de poedeiras a base de milho e farelo de soja. Os resultados mostraram que o consumo de ração, ganho de peso, unidade Haugh e a incubabilidade dos ovos não foram afetadas pela inclusão da FLMSN. A conversão alimentar, o peso do ovo, espessura da casca, peso da casca, cor da gema, fertilidade e massa de ovos apresentaram melhores médias para as aves que receberam a dieta basal sem adição de farinha de larvas. Entretanto, houve uma melhora significativa na produção diária de ovos/ ave e produção/ ave alojada com a inclusão de 5% da farinha de larvas. Ainda, uma melhora significativa foi observada na aparência, textura, sabor e aceitação dos ovos das aves alimentadas com a ração contendo 5% de inclusão da FLMSN.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marono et al. (2017) para uma linhagem de galinha comercial produtora de ovos vermelhos alimentadas da 24<sup>a</sup> à 45<sup>a</sup> semana de idade com ração contendo farinha de larva desengordurada de *Hermetia illucens* (FLMSN) em substituição de 100% do farelo de soja. O uso da FLMSN

proporcionou melhor conversão alimentar, mas a porcentagem de postura, o consumo de ração, o peso médio do ovo e a massa de ovos foram maiores em galinhas alimentadas com a dieta a base de farelo de soja e milho (FSM). Galinhas alimentadas com farinha de insetos produziram mais ovos das classes pequena, média e extragrande que a FSM, enquanto o grupo FSM apresentou maior porcentagem de ovos da classe grande. Os níveis de globulina e albumina foram, respectivamente, maiores e menores no FLMSN que no grupo FSM. Colesterol e triglicérides foram maiores em galinhas FSM do que no grupo FLMSN. Os níveis sanguíneos de Ca foram maiores nas galinhas alimentadas com farelo de insetos, enquanto a creatinina foi maior no sangue de galinhas que receberam ração à base de FSM.

Ainda Secci et al. (2018) demonstraram que a substituição de 100% de farelo de soja por farinha de larvas de *H. illucens* na dieta de poedeiras Lohmann Brown Classic por 21 semanas proporciona a produção de ovos com maior proporção de gema, gemas mais vermelhas (índice vermelho 5,63 X 1,36), mais ricas em  $\gamma$ -tocoferol (4,0 contra 2,4 mg / kg), luteína (8,6 contra 4,9 mg / kg),  $\beta$ -caroteno (0,33 contra 0,19 mg / kg) e carotenoides totais (15 contra 10,5 mg / kg) e 11% menos colesterol que os ovos produzidos pelas aves que receberam dieta a base de farelo de soja.

Estudos de Cullere et al. (2016) demonstraram que a farinha de larvas da mosca soldado negro desengordurada pode substituir parcialmente (até 15%) o farelo de soja e o óleo de soja na dieta de codornas pois, não houve prejuízo no ganho de peso diário, no consumo de ração, na mortalidade, na conversão alimentar ou rendimento de carcaça das aves que consumiram ração com inclusão da FLMSN. Além disso, o conteúdo da microbiana das excretas não diferiu entre os tratamentos e apresentaram contagem semelhante de coliformes totais, de Enterobacteriaceae, de *Clostridium spp.*, de *Lactobacillus spp.* e de *Bacillus spp.*

Quanto à composição, as características sensoriais da carne de codornas e o perfil de colesterol mantiveram-se sem alterações pela suplementação da FLMSN desengordurada. Com a suplementação de 15% de FLMSN houve aumento no conteúdo de ácido aspártico, alanina, serina, tirosina e treonina refletindo em um maior valor biológico da proteína da carne. Como resultado direto do conteúdo de Ca e P da dieta, as codornas alimentadas com o maior nível de inclusão da FLMSN, apresentaram maiores níveis de Ca e menores níveis de P na carne (Cullere et al., 2017).

## 2.2 Mosca domestica (*Musca domestica*)

Considerada peste mundial e o mais importante vetor de doenças, tem sido estudada desde os anos 1960 como produtora de biomassa rica em proteína e gordura para a alimentação animal (Calvert et al., 1969; Miller e Shaw, 1969). A larva da mosca doméstica se desenvolve em temperaturas de 25° a 30°C e UR de 60-70% (Miller et al., 1974) em fezes de aves, de suínos, sangue bovino, grão de trigo, restos de ovos, vísceras de animal e restos de frutas (Akpodiete et al., 1997; Hardouin and Mahoux, 2003; Odesanya et al., 2011; Viroje e Malin, 1988; Zhu et al., 2012; Aniebo et al., 2008).

Como a mosca domestica é considerada vetor de muitas doenças, a inclusão das larvas e pupas na dieta dos animais traz preocupações sobre a potencial transmissão de doenças aos rebanhos, principalmente quando se oferece substratos contaminados com fungos e bactérias. Entretanto, contaminações devido à inclusão de larvas na dieta de aves e peixes não foram relatadas (Makkar et al., 2014).

Os constituintes químicos das larvas e pupas (Tabela 2) da mosca domestica variam muito e dependem da fase de desenvolvimento, do método de processamento e do substrato utilizado para sua criação (Inaoka et al., 1999; Aniebo e Owen, 2010; Hwangbo et al., 2009).

Tabela 2. Médias e desvios-padrão dos constituintes químicos, minerais, amoniocídicos e dos ácidos graxos de larvas e pupas da mosca doméstica (*Musca domestica*)

Composição química da matéria seca	Larvas	Pupas
Proteína bruta (%)	50,4±5,3	70,8±5,3
Fibra bruta (%)	5,7±2,4	15,7
Extrato etéreo (%)	18,9±5,6	15,5±1,0
Matéria mineral (%)	10,1±3,3	7,7±2,1
Energia bruta (MJ/kg)	22,9±1,4	24,3
Composição mineral da matéria seca	Larvas	Pupas
Ca (g/kg)	4,7±1,7	-
P (g/kg)	16,0±5,5	-
K (g/kg)	5,7±3,5	-
Na (g/kg)	5,2±2,4	-
Mg (g/kg)	3,4±4,0	-
Fe (g/kg)	1,0±0,44	-
Mn (mg/kg)	91,0±114,0	-
Zn (mg/kg)	27,0±6,0	-

Cu (mg/kg)	119,0±118,0	-
Composição aminoacídica (g/16g N)	Larvas	Pupas
Alanina	5,8±1,0	4,2±0,2
Arginina	4,6±0,7	4,9±0,9
Ácido aspártico	7,5±1,5	7,9±1,2
Cistina	0,7±0,2	0,4
Metionina	2,2±0,8	2,0±0,6
Lisina	6,1±0,9	5,5±0,9
Isoleucina	3,2±0,5	3,4±0,2
Leucina	5,4±0,6	5,2±0,3
Fenilalanina	4,6±0,8	4,2±0,5
Treonina	3,5±7,7	3,2±0,2
Triptofano	1,5	-
Ácido glutâmico	11,7±1,8	10,2±2,1
Histidina	2,4±0,8	2,0±0,6
Prolina	3,3±0,7	3,4
Serina	3,6±0,5	3,1±0,4
Glicina	4,2±0,4	4,1±0,2
Tirosina	4,7±1,4	4,9±0,4
Valina	4,0±1,1	4,2±0,7
Composição dos ácidos graxos	Larvas	Pupas
Ácido mirístico	5,5	2,8±0,3
Ácido palmítico	31,1±6,0	29,6±4,6
Ácido palmitoleico	13,4±10,9	13,3±7,5
Ácido esteárico	3,4	3,2±1,4
Ácido oleico	24,8	18,7
Ácido linoleico	19,8	16,4
Ácido linolênico	2,0	2,1
Ácido láurico	-	0,4

Fonte: Modificado de Makkar et al. (2014)

Ao contrário de ser um potencial risco microbiano, alguns insetos comestíveis são conhecidos por conterem peptídeos antibacterianos. Descobriu-se que um novo peptídeo (Hf-1) das larvas da mosca comum (*Musca domestica*) inibe, por exemplo, cepas de patógenos alimentares, como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella Typhimurium*, *Shigella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis*, o que sugere que o inseto tem potencial como conservante alimentar (Hou et al., 2007).

Adeniji (2008) avaliou os efeitos da substituição do farelo de amendoim por farinha de larva da mosca doméstica (*Musca domestica*) contendo 37,2% de PB e 5,3 Kcal/kg de energia nos níveis de 25, 50, 75 e 100% na ração de frangos de corte. Não foi observada diferenças no ganho de peso, no consumo de ração, na conversão alimentar, na mortalidade e na retenção de nutrientes com o aumento dos níveis de

farinha de larvas nas dietas dos frangos de corte. Portanto, a farinha de larva da mosca doméstica pode substituir até 100% do nível de GNC da dieta nas dietas de frangos de corte sem efeito adverso no desempenho.

A substituição da farinha de peixe pela farinha de larvas de mosca doméstica na dieta a base de farelo de mandioca e farelo de soja de poedeiras entre a 50<sup>a</sup> e 58<sup>a</sup> semanas foi testada por Agunbiade et al. (2007). O consumo médio diário de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar não foram afetados pela substituição com a farinha de larvas. A produção de ovos de galinha foi significativamente influenciada pelos tratamentos dietéticos. Das características de qualidade dos ovos investigadas, peso do ovo (g), índice de gema, cor de gema, espessura da casca (mm), peso da casca (g) e Unidade Haugh (%), apenas a espessura da casca e o peso da casca foram significativamente afetados pelo tratamento dietético e pela raça, pois, aves que receberam dietas contendo farinha de larva exibiram diminuição linear na espessura da casca e no peso da casca, respectivamente. Os resultados indicaram que a farinha de larva é um ingrediente promissor para substituir a farinha de peixe.

Khan et al. (2018) testaram a substituição do farelo de soja por 40 (grupo B), 50 (grupo C) e 60% (grupo D) da farinha de larvas da mosca doméstica na dieta inicial a base de farelo de soja, milho, arroz, farinha de peixes, torta de girassol e de algodão (grupo A) de frangos de corte da linhagem Ross 308 do primeiro ao 28<sup>o</sup> dia de idade. O peso corporal foi maior enquanto o consumo de ração e conversão alimentar foram menores para as aves do grupo D que as aves que as do grupo A e B. A porcentagem de rendimento de carcaça e a energia metabolizável aparente foram maiores no grupo D que nos grupos A, B e C. A digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas foram maiores e a fibra bruta menor no grupo D que no grupo A. As características organolépticas da carne não foram influenciadas pela inclusão da farinha de larvas na dieta das aves. Assim, 60% de farelo de soja pode ser substituído com segurança por uma refeição de larvas em ração de frangos de corte durante a fase inicial.

As características da carcaça de frangos de corte alimentados com larvas de mosca doméstica foram estudadas por Okah e Onwujiariri (2012). As aves receberam ração contendo farinha de larva como substituto da farinha de peixe a 0, 20, 30, 40 e 50% com 44,44% de PB, 1,84% de FB, 9,76% de EE, 14,29% minerais, 0,03% de Ca e 0,05% de P. A ração com larvas foi 34,22% mais barata que as alimentadas com a dieta controle. A porcentagem de rendimento de carcaça e o peso do fígado foram



semelhantes ( $P>0,05$ ) para as aves alimentadas com a dieta controle (0%), 30, 40 e 50% de farinha de larva. O peso do coração reduziu e o peso das moela aumentou com aumento do nível de inclusão da farinha de larva na dieta. A deposição de gordura inguinal foi promovida pela dieta, especialmente a 30% e 40% de substituição da farinha de peixes pela farinha de larva. A substituição de 50% da farinha de peixe pela farinha de larva proporciona desempenho superior à dieta basal.

### 2.3 Bicho da farinha (*Tenebrio molitor*)

As larvas do bicho da farinha são usadas para alimentar pets, animais de zoológico como aves, répteis, pequenos mamíferos anfíbios e e peixes (Aguilar-Miranda et al., 2002; Hardouin e Mahoux, 2003; Veldkamp et al., 2012). Medem 20-32 mm de comprimento e pesa de 130-160 mg e, sua fase de pupa dura de 7 a 9 dias em temperaturas de 25°C (Finke, 2002; Hill, 2002; Hardouin e Mahoux, 2003).

Os substratos utilizados pelas larvas do bicho da farinha são farinha e sementes de cereais (trigo, milho, aveia), frutas frescas e vegetais (cenoura, batata, alface) suplementados com fontes proteicas (farinha de soja, leite me pó desnatado e leveduras) (Aguilar-Miranda et al., 2002; Hardouin e Mahoux, 2003).

As larvas do bicho da farinha tem a capacidade de detoxicar a zearalenona, por metabolizar parcialmente a alfa-zearalenona. Entretanto, não há relatos acúmulo de zearalenona nas larvas e consequente intoxicação dos animais que as consumiram (Hornung, 1991).

A composição química, mineral, aminoacídica e o perfil dos ácido graxos das larvas do bicho da farinha (Tabela 3) podem variar conforme o substrato oferecido (Oonincx et al., 2015), o tamanho e peso da larva (Ramos-Elorduy et al., 2002).

Tabela 3. Médias e desvios-padrão dos constituintes químicos, minerais, amoniacídicos e dos ácidos graxos do bicho da farinha (*Tenebrio molitor*)

Composição química da matéria seca	
Proteína bruta (%)	52,8±4,2
Fibra detergente neutro (%)	12,0±3,5
Fibra detergente ácido (%)	6,5
Extrato etéreo (%)	36,1±4,1
Matéria mineral (%)	3,1±0,9
Energia bruta (MJ/kg)	26,8±0,4
Composição mineral da matéria seca	
Ca (g/kg)	2,7±1,9

P (g/kg)	7,8±3,7
K (g/kg)	8,9
Na (g/kg)	0,9
Mg (g/kg)	2,3±0,4
Fe (g/kg)	57,0±32,0
Mn (mg/kg)	9,0±4,0
Zn (mg/kg)	116,0±24,0
Cu (mg/kg)	16,0±1,0
<b>Composição aminoacídica (g/16g N)</b>	
Alanina	7,3±1,0
Arginina	4,8±1,0
Ácido aspártico	7,5±1,7
Cistina	0,8±0,0
Metionina	1,5±0,4
Lisina	5,4±0,8
Isoleucina	4,6±0,5
Leucina	5,4±0,6
Fenilalanina	4,0±0,4
Treonina	4,0±0,5
Triptofano	0,6±0,5
Ácido glutâmico	11,3±1,1
Histidina	3,4±0,2
Prolina	6,8±0,2
Serina	7,0±3,5
Glicina	4,9±0,9
Tirosina	7,4±0,3
Valina	6,0±0,6
<b>Composição dos ácidos graxos</b>	
Ácido mirístico	4,0±2,1
Ácido palmítico	21,1±6,7
Ácido palmitoleico	4,0±1,8
Ácido esteárico	2,7±0,4
Ácido oleico	37,7±8,7
Ácido linoleico	27,4±4,0
Ácido linolênico	27,4±4,0
Ácido láurico	0,5±0,5

Fonte: Modificado de Makkar et al. (2014)

O potencial da farinha da larva do bicho da farinha (*Tenebrio molitor*) (FLBF) com fonte alternativa de proteínas para frangos de corte foi investigado por Ramos-Elorduy et al. (2002) e por Hussain et al. (2017).

No estudo de Ramos-Elorduy et al. (2002) frangos de corte da linhagem Arbor Acres X Vantress receberam ração a base de sorgo e farelo de soja suplementada com 5 e 10% de FLBF do sétimo ao 21º dia de idade e não foi observado diferenças no ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar comparado ao grupo

controle. Resultados semelhantes foram obtidos por Hussain et al. (2017), no qual a suplementação com FLBF nas concentrações de 1g, 2g e 3g/kg de ração não alterou o consumo de ração, mas melhorou significativamente o ganho de peso corporal. A conversão alimentar foi pior no grupo controle (2,01) e melhor no grupo com o maior nível de suplementação (1,75). O rendimento de carcaça foi melhor em todos os grupos suplementados comparados aos controle. Já as qualidades sensoriais da carne não foram alteradas pela suplementação com FLBF. Esse resultados indicam que a farinha de larva de *T. molitor* como dieta fornece qualidade proteica semelhante ao farelo de soja.

## 2.4 Gafanhotos e grilos

Estes insetos são considerados pragas para as lavouras mas são consumidos por humanos em várias continentes como África, América (México) e Ásia (Japão, China, Coréia, Tailândia, Índia) (DeFoliart, 1989; Ramos-Elorduy, 1997; van Huis et al., 2013; Cohen et al., 2009). Também são utilizados na alimentação de pets e animais de zoológico e tem-se investigado o potencial de utilização em animais de produção, especialmente na avicultura e na aquicultura (Makkar et al., 2014).

A composição química, mineral, aminoacídica e o perfil dos ácido graxos de grilos e gafanhotos (Tabela 4) podem variar com o estágio de desenvolvimento desses insetos (Makkar et al., 2014; Oonincx et al., 2015).

Tabela 4. Médias e desvios-padrão dos constituintes químicos, minerais, amoniacídicos e dos ácidos graxos de gafanhotos e grilos

Composição química da matéria seca	Gafanhoto	Grilo
Proteína bruta (%)	57,3±511,8	63,3±5,7
Fibra bruta (%)	8,5±4,1	18,3±3,9
Extrato etéreo (%)	8,5±3,1	10,0
Matéria mineral (%)	6,6±2,5	17,3±6,3
Energia bruta (MJ/kg)	21,8±2,0	5,6±2,4
Composição mineral da matéria seca	Gafanhoto	Grilo
Ca (g/kg)	-	10,1±5,3
P (g/kg)	-	7,9
Mg (g/kg)	-	12,0
Cu (mg/kg)	-	15,0±7,0
Mn (mg/kg)	-	40,0±10,0
Fe (mg/kg)	-	116,0±58,0

Zn (mg/kg)	-	215,0±60,0
Composição aminoacídica (g/16g N)	Gafanhoto	Grilo
Alanina	4,6	8,8
Arginina	5,6	6,1
Ácido aspártico	9,4	7,7
Cistina	1,1	0,8
Metionina	2,3	1,4
Lisina	4,7	5,4
Isoleucina	4,0	4,4
Leucina	5,8	9,8
Fenilalanina	3,4	3,0
Treonina	3,5	3,6
Triptofano	0,8	0,6
Ácido glutâmico	15,4	10,4
Histidina	3,0	2,3
Prolina	2,9	5,6
Serina	5,0	4,6
Glicina	4,8	5,2
Tirosina	3,3	5,2
Valina	4,0	5,1
Composição dos ácidos graxos	Gafanhoto	Grilo
Ácido mirístico	-	0,7
Ácido palmítico	-	23,4
Ácido palmitoleico	-	1,3
Ácido esteárico	-	9,8
Ácido oleico	-	23,8
Ácido linoleico	-	38,0
Ácido linolênico	-	1,2
Ácido láurico	-	Não detectado

Fonte: Modificado de Makkar et al. (2014)

O valor nutricional e qualidade proteica da farinha de gafanhotos chinês (*Acrida cinera*) para frangos de corte foram estudados por Dun Wang et al. (2007). O gafanhoto foi incluído na dieta a base de farelo de soja e milho em 5, 10 e 15% em substituição à farinha de peixe. A composição de aminoácidos da dieta contendo farinha de gafanhotos apresentou perfil nutricional adequado em relação à farinha de peixe. Além disso, o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar das aves suplementadas com farinha de gafanhotos foram semelhantes ao do grupo controle (não suplementado).

Dun Wang et al. (2005) avaliaram o desempenho de frangos de corte da linhagem Arbor-Acres com idade entre 8 e 20 dias e que receberam ração contendo 5%, 10% e 15% de farinha de grilo (*Gryllus testaceus*) em substituição à farinha de peixes. Os resultados mostraram que a farinha de grilo pode substituir em até 15% a

farinha de peixes na dieta de frangos de corte sem nenhum efeito adverso sobre o ganho de peso, consumo de ração ou conversão alimentar de 8 a 20 dias de idade. Os autores ressaltaram também que a farinha de grilo tem uma vantagem para a alimentação das aves devido à composição de aminoácidos, especialmente a percentagem de lisina, metionina e cisteína, por isso pode ser uma nova fonte proteica ou complemento na dieta das aves.

Para investigar os efeitos potenciais da substituição gradual de farinha de peixe (FP) por farinha de gafanhoto (FG) na proporção de 0, 25, 50, 75 e 100% para obter G0 (Controle), G25 (25% FG + 75% FP), G50 (50 % FG + 50% FP), G75 (75% FG + 25% FP) e G100 (100% FG + 0% FP). em dietas para poedeiras, Brah et al. (2017) avaliaram o desempenho da linhagem Isa Brown a partir da 20ª semana, durante quatro meses. A taxa de postura, o consumo diário de ração, a conversão alimentar, o peso dos ovos, a altura do albúmen e a espessura da casca do ovo foram semelhantes para todas as aves. Além disso, dietas contendo farelo de gafanhoto (G25, G50, G75 e G100) melhoraram a cor da gema e a unidade Haugh em relação à dieta controle (G0). De acordo com os autores, a farinha de gafanhoto pode substituir a farinha de peixe na dieta da galinha poedeira até 100% sem afetar o consumo de ração, a produção de ovos, a conversão alimentar e a qualidade dos ovos.

## 2.5 Barata cineria (*Nauphoeta cineria*)

Originária do nordeste da África, disseminou-se mundialmente devido à sua convivência com os seres humanos onde podem ter à disposição água, alimento e abrigo (Fernandes et al., 2016). Atingem a maturidade sexual aos três meses de idade. Reproduz-se por via sexuada ou por partenogênese facultativa. Entretanto, a reprodução por partenogênese ocorra em menor escala que pela via sexuada e os insetos gerados por partenogênese são menos viáveis (Wikipedia [https://en.wikipedia.org/wiki/Speckled\\_cockroach](https://en.wikipedia.org/wiki/Speckled_cockroach)). São insetos onívoros mas podem viver por até 27 a 30 dias sem água e sem alimento (Bell et al., 2007; Fernandes et al., 2016). São eficientes em conversão alimentar e não requerem espaços amplos para grandes produções

A farinha de barata cineria pode ser uma alternativa para atender às demandas por fontes proteicas para os animais de produção, pois apresentam elevada quantidade de proteínas de alto valor biológico

Naveed Ahmed Khan, descobriu que o tecido nervoso das baratas contém moléculas capazes de matar 90% das *Staphylococcus aureus* resistentes à metilina (MRSA) — as chamadas superbactérias, causadoras de graves infecções hospitalares — e das *Escherichia coli*, sem danificar as células humanas. Em tese, o cérebro das baratas é uma espécie de depósito rico em potenciais antibióticos. Da mesma forma, também foram encontradas substâncias semelhantes no cérebro de gafanhotos (CORREIO BRAZILIENSE, 2010).

## 2.6 Bicho-da-seda (*Bombyx mori*)

A larva do bicho da seda é um subproduto do setor produtivo da seda. Para cada quilo de seda produzidos, obtém-se 8kg de larvas hidratadas ou 2 kg de larvas desidratadas (Datta, 2007; Patil et al., 2013). O Brasil está entre os maiores produtores de seda, juntamente com China, Índia, Uzbequistão, Tailândia e Vietnã. A produção mundial em 2011 foi de 485.000 toneladas de casulos de bicho da seda, o que resultou em 65.000 toneladas de larvas desidratadas (FAO, 2012).

Devido ao seu alto teor proteico (Tabela 5), as larvas do bicho da seda tem sido consideradas adequadas como alimento para animais de produção, especialmente os monogástricos (aves, suínos e peixes) (Trivedy et al., 2008).

Tabela 5. Médias e desvios-padrão dos constituintes químicos, minerais, amoniácidos e dos ácidos graxos de larvas do bicho-da-seda não desengordurada e desengordurada.

Composição química da matéria seca	Não desengordurada	Desengordurada
Proteína bruta (%)	60,7±7,0	75,6±10,8
Fibra bruta (%)	3,9±1,1	6,6±3,1
Extrato etéreo (%)	25,7±9,0	4,7±2,7
Matéria mineral (%)	5,8±2,4	6,8±4,1
Composição mineral da matéria seca	Não desengordurada	Desengordurada
Ca (g/kg)	3,8±3,0	4,0±3,6
P (g/kg)	6,0±2,3	8,7±4,8
Mg (g/kg)	326,0±67,0	-
Fe (mg/kg)	57,0±32,0	-
Mn (mg/kg)	18,0	-
Zn (mg/kg)	224,0±126,0	-
Cu (mg/kg)	15,0±12,0	-

Composição aminoacídica (g/16g N)	Não desengordurada	Desengordurada
Alanina	5,8	4,4±0,2
Arginina	5,6	5,1±0,3
Ácido aspártico	10,4	7,8±0,7
Cistina	1,0	0,8±0,5
Metionina	3,5	3,0±0,4
Lisina	7,0	6,1±0,4
Isoleucina	5,1	3,9±0,2
Leucina	7,5	5,8±0,2
Fenilalanina	5,2	4,4±0,3
Treonina	5,1	4,8±0,3
Triptofano	0,9	1,4±0,2
Ácido glutâmico	13,9	8,3±0,7
Histidina	2,6	2,6±0,1
Prolina	5,2	5,2
Serina	5,0	4,5±0,2
Glicina	4,8	3,7±0,3
Tirosina	5,9	5,5±0,2
Valina	5,5	4,9±0,2
Composição dos ácidos graxos	Não desengordurada	Desengordurada
Ácido mirístico	4,0±2,1	-
Ácido palmítico	21,1±6,7	-
Ácido palmitoleico	4,0±1,8	-
Ácido esteárico	2,7±0,4	-
Ácido oleico	37,7±8,7	-
Ácido linoleico	27,4±4,0	-
Ácido linolênico	27,4±4,0	-
Ácido láurico	0,5±0,5	-

Fonte: Modificado de Makkar et al. (2014)

Com exceção das larvas do bicho da seda, os demais insetos são deficientes em metionina e lisina (Tabela 7) e a suplementação se faz necessária e pode melhorar o desempenho dos animais e pode-se aumentar o nível de substituição da farinha de peixes e farelo de soja. A maioria das farinhas de insetos são deficientes também em cálcio e fósforo, sendo necessário a suplementação nas rações confeccionadas com farinhas de insetos, principalmente aquelas destinadas às aves de postura (Makkar et al., 2014).

Tabela 7. Principais constituintes químicos e de aminoácidos de insetos comparados aos constituintes da farinha de peixes e farelo de soja.

Constituintes (% de MS)	Larva da mosca soldado negro	Larva da mosca domestica	Bicho da farinha	Gafanhoto	Grilo	Pupa de bicho da seda	Pupa de bicho da seda desengordurado	Farinha de peixe	Farelo de soja
PB	42,10	50,40	52,80	57,30	63,30	60,70	75,60	70,60	51,80
Lipídeos	26,0	18,90	36,10	8,50	17,30	25,70	4,70	9,90	2,00
Cálcio	7,56	0,47	0,27	0,13	1,01	0,38	0,40	4,34	0,39
Fósforo	0,90	1,60	0,78	0,11	0,79	0,60	0,87	2,79	0,69
Ca: P	8,40	0,29	0,35	1,18	1,28	0,63	0,46	1,56	0,57
Aminoácidos essenciais									
Metionina	2,1	2,2	1,5	2,3	1,4	3,5	3,0	2,7	1,32
Cistina	0,1	0,7	0,8	1,1	0,8	1,0	0,8	0,8	1,38
Valina	8,2	4,0	6,0	4,0	5,1	5,5	4,9	4,9	4,50
Isoleucina	5,1	3,2	4,6	4,0	4,4	5,1	3,9	4,2	4,16
Leucina	7,9	5,4	8,6	5,8	9,8	7,5	5,8	7,2	7,58
Fenilalanina	5,2	4,6	4,0	3,4	3,0	5,2	4,4	3,9	5,16
Tirosina	6,9	4,7	7,4	3,3	5,2	5,9	5,5	3,1	3,35
Histidina	3,0	2,4	3,4	3,0	2,3	2,6	2,6	2,4	3,06
Lisina	6,6	6,1	5,4	4,7	5,4	7,0	6,1	7,5	6,18
Treonina	3,7	3,5	4,0	3,5	3,6	5,1	4,8	4,1	3,78
Triptofano	0,5	1,5	0,6	0,8	0,6	0,9	1,4	1,0	1,36
Aminoácidos não essenciais									
Serina	3,1	3,6	7,0	5,0	4,6	5,0	4,5	3,9	5,18
Arginina	5,6	4,6	4,8	5,6	6,1	5,6	5,1	6,2	7,64
Ác. glutâmico	10,9	11,7	11,3	15,4	10,4	13,9	8,3	12,6	19,92
Ác. aspártico	11,0	7,5	7,5	9,4	7,7	10,4	7,8	9,1	14,14
Prolina	6,6	3,3	6,8	2,9	5,6	5,2	-	4,2	5,99
Glicina	5,7	4,2	4,9	4,8	5,2	4,8	3,7	6,4	4,52
Alanina	7,7	5,8	7,3	4,6	8,8	5,8	4,4	6,3	4,54



#### 4 PERSPECTIVAS FUTURAS

As farinhas de insetos para se tornarem parte significativa da dieta dos animais de produção devem estar disponíveis no mercado durante o ano todo necessitam ser produzidas em escala industrial e com rígido controle sanitário, livres de contaminantes biológicos, de metais pesados e de pesticidas.

Ainda há a necessidade de mais estudos sobre o desempenho dos animais que recebem dietas contendo farinha de insetos e sobre a viabilidade econômica do uso dessas farinhas.

Também é imperioso realizar estudos sobre a aceitabilidade do consumidor pelos produtos gerados pelos animais alimentados com rações que contenham farinha de insetos em suas formulações, bem como, sobre a segurança alimentar de tais produtos.

#### REFERÊNCIAS

Adeniji, A. A. Effect of replacing groundnut cake with maggot meal in the diet of broilers. *International Journal of Poultry Science*, v. 6, n. 11, p. 822-825, 2007.

Aguilar-Miranda, E. D.; López, M. G.; Escamilla-Santana, C.; Barba de la Rosa, A. P. Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae. *J. Agric. Food Chem.*, v. 50, p. 192–195, 2002.

Agunbiade, J. A.; Adeyemi, O. A.; Ashiru, O. M.; Awojobi, H. A.; Taiwo, A. A.; Oke, D. B.; Adekunmisi, A. A. Replacement of fish meal with maggot meal in cassava-based layers' diet. *Journal of Poultry Science*, v. 44, p. 278-282, 2007.

Akpodiete, O.J.; Inoni, O. E. Economics of production of broiler chickens fed maggot meal as replacement for fish meal. *Nigerian J. Anim. Prod.*, v. 27, p. 59–63, 2000.

Al-Qazzaz, M. F. A.; Ismail, D.; Akit, H.; Hakim Idris, L. H. Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 45, n. 9, p. 518-523, 2016.

Aniebo, A. O.; Owen, O. J. Effects of age and method of drying on the proximate composition of housefly larvae (*Musca domestica* Linnaeus) meal (HFLM). *Pakistan Journal of Nutrition*, v. 9, p. 485–487, 2010.

Aniebo, A. O.; Erondy, E. S.; Owen, O. J. 2008. Proximate composition of housefly larvae (*Musca domestica*) meal generated from mixture of cattle blood and wheat bran. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20.

Barry, T. (Ph.D. dissertation) 2004. Evaluation of the economic, social, and biological feasibility of bioconverting food wastes with the black soldier fly (*Hermetia illucens*). University of Texas, 176 pp.

Bell, W. J.; Roth, L. M.; Nalepa, C. A. Cockroaches: ecology, behavior, and natural history. The Johns Hopkins University Press: Baltimore, 2007.

Brah, N.; Issa, S.; Houndonougbo, F. M. Effect of grasshopper meal on laying hens' performance and eggs quality characteristics. *Indian Journal of Animal Sciences*, v. 87, n. 8, p. 1005–1010, 2017.

Calvert, C. C.; Martin, R. D.; Morgan, N. O. Housefly pupae as food for poultry. *J. Econ. Entomol.*, v. 62, p. 938–939, 1969.

Cohen, J. H.; Sánchez, N. D. M.; Montiel-Ishinoet, F. D. Chapulines and food choices in rural Oaxaca. *Gastron. J. Food Cult.*, v. 9, p. 61–65, 2009.

CORREIO BRAZILIENSE. Baratas são depósitos de substâncias com potencial antibiótico, 2010. Disponível em [https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2010/09/17/interna\\_ciencia\\_saude,213357/baratas-sao-depositos-de-substancias-com-potencial-antibiotico.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2010/09/17/interna_ciencia_saude,213357/baratas-sao-depositos-de-substancias-com-potencial-antibiotico.shtml) Acesso em 0/10/2018

Cullere, M.; Tasoniero, G.; Giaccone, V.; Miotti-Scapin, R.; Claeys, E.; De Smet, S.; Dalle Zotte, A. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: apparent digestibility, excreta microbial load, feed choice, performance, carcass and meat traits. *Animal*, v. 10, n. 12, p. 1923-1930, 2016.

Cullere, M.; Tasoniero, G.; Giaccone, V.; Acuti, G.; Marangon, A.; Dalle Zotte, A. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile, oxidative status and sensory traits. *Animal*, v. 12, n. 3, p. 640-647, 2017.

Datta, R. K. 2007. *Global Silk Industry: A Complete Source Book*. APH Publishing.

DeFoliart, G. R. The human use of insects as food and as animal feed. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, v. 35, p. 22–35, 1989.

DeFoliart G. R., 1995 - Edible insects as minilivestock. - *Biodivers. Conserv.* 4: 306-321.

Diener, S.; Zurbrügg, C.; Roa Gutiérrez, F.; Nguyen Dang Hong, M.A.; Koottatep, T.; Tockner, K. Black soldier fly larvae for organic waste treatment—prospects and constraints. In: *Waste Safe 2011 – 2nd Int. Conf. on Solid Waste Management in the Developing Countries*, 13–15 February, Khulna, Bangladesh, pp. 52–59, 2011.

Dun Wang, Shao-Wei Zhai, Chuan-Xi Zhang, Qiang Zhang, Hui Chena. Nutrition value of the Chinese grasshopper *Acrida cinerea* (Thunberg) for broilers. *Animal Feed Science and Technology*, v. 135, p. 66–74, 2007.

Erickson, M. C., Islam, M., Sheppard, C., Liao, J., Doyle, M. P. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in chicken manure by larvae of the black soldier fly. *J. Food Prot.*, v. 67, p. 685–690, 2004.

FAO. World Livestock 2011 – Livestock in food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 2011. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/014/i2373e/i2373e.pdf>> Acesso em 22 de agosto de 2018.

FAO. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012.

Fernandes, I. S.; Ferreira, D. N.; Ferreira, J. A.; Lima, C. L. B.; Souza Junior, L. P.; Pena, M. S. Mito ou verdade: baratas *Nauphoeta cinerea* (Oliver, 1789) conseguem sobreviver decapitadas e sem alimento? *Sinapse Múltipla*, v. 5, n. 2, p. 99-99, 2016

Finke, M. D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biol.*, v. 21, 269–285, 2002.

Hardouin, J.; Mahoux, G.; 2003. Zootechnie d'insectes – Elevage et utilisation au bénéfice de l'homme et de certains animaux. In: Bureau pour l'Echange et la Distribution de l'Information sur le Mini-élevage (BEDIM), 164 p. Disponível em <[http://www.fastonline.org/CD3WD\\_40/LSTOCK/001/ITProv\\_May\\_2005/h4338f%20Zotehnie'd'insectes/begin.htm](http://www.fastonline.org/CD3WD_40/LSTOCK/001/ITProv_May_2005/h4338f%20Zotehnie'd'insectes/begin.htm)> Acesso em 22 de agosto de 2018.

Hill, D. S., 2002. *Pests of Stored Foodstuffs and Their Control*. Kluwer Academic Publishers, 476 p.

Hornung, B., 1991. The importance of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*, L. 1758) as carriers of zearalenone when fed to insectivorous birds and other pet animals. In: *Die Bedeutung der Larven des Mehlkafers (Tenebrio molitor, L. 1758) als Übertrager von Zearalenon in der Fütterung von insektivoren Vögeln und anderen Heimtieren*, 81 pp.

Hou, L.; Shi, Y.; Zhai, P.; Le. G. Inhibition of foodborne pathogens by Hf-1, a novel antibacterial peptide from the larvae of the housefly (*Musca domestica*) in medium and orange juice. *Food Control*, v. 18, p. 1350–1357, 2007.

Hussain, I.; Khan, S.; Sultan, A.; Chand, N.; Khan, R.; Alam, W.; Ahmad, N. Meal worm (*Tenebrio molitor*) as potential alternative source of protein supplementation in broiler. *International Journal of Biosciences*, v. 10, n. 4, p. 255-262, 2017.

Hwangbo, J.; Hong, E. C.; Jang, A.; Kang, H. K.; Oh, J. S.; Kim, B. W.; Park, B. S. Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. *J. Environ. Biol.*, v. 30, p. 609–614, 2009.

Inaoka, T.; Okubo, G.; Yokota, M.; Takemasa, M. Nutritive value of house fly larvae and pupae fed on chicken feces as food source for poultry. *J. Poult. Sci.*, v. 36, p. 174–180, 1999.

Khan, M.; Chand, N.; Khan, S.; Khan R. U.; Sultan A. Utilizing the house fly (*Musca domestica*) larva as an alternative to soybean meal in broiler ration during the starter phase. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 20, n. 1, p. 9-14, 2018.

Kenis, M.; Koné, N.; Chrysostome, C.; Devic, E.; Koko, G.; Clottey, V.; Nacambo, S.; Mensah, G. Insects used for animal feed in West Africa. *Entomologia*, v. 2, n. 2, 21 out. 2014. <https://doi.org/10.4081/entomologia.2014.218>

Leclercq, M. A propos de *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Soldier fly) (Diptera Stratiomyidae: Hermetiinae). *Bull. Anns. Soc. Belge. Ent.*, v. 133, p. 275–282, 1997.

Makkar, H. P. S.; Tranb, G.; Heuzéb, V.; Ankersa, P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, v. 197, p. 1–33, 2014.

Marono, S.; Loponte, R.; Lombardi, P.; Vassalotti, G.; Pero, M. E.; Russo, F.; Gasco, L.; Parisi, G.; Piccolo, G.; Nizza, S.; Di Meo, C.; Attia, Y. A.; Bovera, F. Productive performance and blood profiles of laying hens fed *Hermetia illucens* larvae meal as total replacement of soybean meal from 24 to 45 weeks of age. *Poultry Science*, v. 96, p. 1783–1790, 2017.

Miller, B. F.; Shaw, J. H. Digestion of poultry manure by Diptera. *Poult. Sci.*, v. 48, p. 1844–1845, 1969 (abstract).

Miller, B. F.; Teotia, J. S.; Thatcher, T. O. Digestion of poultry manure by *Musca domestica*. *Br. Poult. Sci.*, v. 15, p. 231–234, 1974.

Newton, L.; Sheppard, C.; Watson, D. W.; Burtle, G.; Dove, R. 2005. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. In: Report for Mike Williams, Director of the Animal and Poultry Waste Management Center. North Carolina State University.

Newton, G. L.; Booram, C. V.; Barker, R. W.; Hale, O. M. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. *J. Anim. Sci.*, v. 44, p. 395–400, 1977.

Odesanya, B. O.; Ajayi, S. O.; Agbaogun, B. K. O.; Okuneye, B. 2011. Comparative evaluation of nutritive value of maggots. *Int. J. Sci. Eng. Res.*, 2.

Okah, U.; Onwujiariri, E. B. Performance of finisher broiler chickens fed maggot meal as a replacement for fish meal. *Journal of Agricultural Technology*, v. 8, n. 2, p. 471-477, 2012.

Onsongo, V. O.; Osuga, I. M.; Gachuri, C. K.; Wachira, A. M.; Miano, D. M.; Tanga, C. M.; Ekesi, S.; Nakimbugwe, D.; Fiaboe, K. K. M. Insects for income generation through animal feed: effect of dietary replacement of soybean and fish meal with black soldier fly meal on broiler growth and economic performance. *Journal of Economic Entomology*, XX(X), 2018, 1–8. Disponível em <https://doi.org/10.1093/jee/toy118>

Oonincx, D. G. A. B.; van Broekhoven, S.; van Huis, A.; van Loon, J. J. A. Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS ONE*, v. 10, n. 12, p. e0144601.

Patil, S. R.; Amena, S.; Vikas, A.; Rahul, P.; Jagadeesh, K.; Praveen, K. Utilization of silkworm litter and pupal waste-an eco-friendly approach for massproduction of *Bacillus thuringiensis*. *Bioresour. Technol.*, v. 131, p. 545–547, 2013.

Ramos-Elorduy, J. Insects: a sustainable source of food? *Ecol. Food Nutr.*, v. 36, p. 247–276, 1997.

Ramos-Elorduy, J.; González, E. A.; Hernández, A. R.; Pino, J. M. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to Recycle Organic Wastes and as Feed for Broiler Chickens. *Journal of Economic Entomology*, v. 95, n. 1, p. 214-220, 2002.

Rumpold, B. A.; Schlüter, O. K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. - *Mol. Nutr. Food Res.* 57: 802-823, 2013.

Secci, G.; Bovera, F.; Nizza, S.; Baronti, N.; Gasco, L.; Conte, G.; Serra, A.; Bonelli, A.; Parisi, G. Quality of eggs from Lohmann Brown Classic laying hens fed black soldier fly meal as substitute for soya bean. *Animal*, 2018. doi:10.1017/S1751731117003603

Sheppard, C.; Newton, G.L.; Thompson, S.A.; Savage, S. A value added manure management system using the black soldier fly. *Bioresour. Technol.*, v. 50, p. 275–279, 1994.

Trivedy, K.; Kumar, S. N.; Mondal, M.; Kumar Bhat, C. A. Protein banding pattern and major amino acid component in de-oiled pupal powder of silkworm, *Bombyx mori* Linn. *J. Entomol.*, v. 5, p. 10–16, 2008.

van Huis, A.; van Itterbeeck, J.; Klunder, H.; Mertens, E.; Halloran, A.; Muir, G.; Vantomme, P. Edible Insects – Future Prospects for Food and Feed Security. *FAO Forestry Paper* 171, 2013. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>> Acesso em 22 de agosto de 2018.

Veldkamp, T., van Duinkerken, G., van Huis, A., Lakemond, C. M. M., Ottevanger, E., Bosch, G., van Boekel, M. A. J. S., 2012. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets – a feasibility study. In: *Rapport 638 – Wageningen Livestock Research*. Disponível em <[http://www.wageningenur.nl/upload mm/2/8/0/f26765b9-98b2-49a7-ae43-5251c5b694f6\\_234247%5B1%5D](http://www.wageningenur.nl/upload_mm/2/8/0/f26765b9-98b2-49a7-ae43-5251c5b694f6_234247%5B1%5D)>

Viroje, W., Malin, S. Preliminary study on producing of fly larva meal from pig faeces as protein source in animal diets. *King Mongkut's Agric. J.*, v. 6, p. 25–31, 1988.

Zhu, F. X.; Wang, W. P.; Hong, C. L.; Feng, M. G.; Xue, Z. Y.; Chen, X. Y.; Yao, Y. L.; Yu, M. Rapid production of maggots as feed supplement and organic fertilizer by the two-stage composting of pig manure. *Bioresour. Technol.*, v. 116, p. 485–491, 2012.