

Efeito do uso de farinha de feijão-caupi no desenvolvimento e reprodução de *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Effect of using cowpea flour on the development and reproduction of *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Efecto de la utilización de harina de caupí sobre el desarrollo y la reproducción de *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae)

DOI: 10.54033/cadpedv21n8-134

Originals received: 07/12/2024

Acceptance for publication: 08/02/2024

Rhafaela Aquino Rodrigues

Especialista em Agronegócio
Instituição: Universidade Estadual do Piauí (UESPI)
Endereço: São Luís, Maranhão, Brasil
E-mail: rhafaela_2006@hotmail.com

Carolina Rodrigues de Araújo

Doutora em Ecologia e Recursos Naturais
Instituição: Embrapa Agrobiologia
Endereço: Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: carolina.araujo@embrapa.br

Leticia Tuane Souza Oliveira

Doutora em Zootecnia Tropical
Instituição: Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Endereço: Maués, Amazonas, Brasil
E-mail: leticia-tso@hotmail.com

Janaina Mitsue Kimpara

Doutora em Aquicultura
Instituição: Embrapa Agricultura Digital
Endereço: Campinas, São Paulo, Brasil
E-mail: janaina.kimpara@embrapa.br

Vanessa Karla Silva

Doutora em Zootecnia
Instituição: Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Endereço: Itaúna, Minas Gerais, Brasil
E-mail: vanksilva@yahoo.com

Leticia Tuane Souza Oliveira

Doutora em Zootecnia Tropical

Instituição: Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Endereço: Maués, Amazonas, Brasil

E-mail: leticia-tso@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho avaliou a viabilidade de inserção da farinha de feijão-caupi na dieta de *Tenebrio molitor*. O experimento foi conduzido avaliando-se seis tratamentos: substrato com 100% farinha de feijão-caupi; substrato com 75% de farinha de feijão-caupi e 25% de farelo de trigo; substrato com 50% de farinha de feijão-caupi e 50% de farelo de trigo; substrato com 25% de farinha de feijão-caupi e 75% de farelo de trigo; substrato com 100% de farelo de trigo e controle (substrato com 50% de farelo de trigo e 50% de ração para aves poedeiras). Foram analisados os seguintes parâmetros biológicos: ganho de peso de larvas; peso das pupas; duração do estágio de larva; a mortalidade na fase larval; a porcentagem de deformação de adultos ou de adultos não liberados do invólucro pupal e a fecundidade. Os resultados obtidos mostraram que o uso da farinha de caupi não é uma alternativa viável para produção de *T. molitor*, pois revelaram relação diretamente proporcional entre inserção de farinha de caupi e aumento da mortalidade larval (o tratamento 100% caupi obteve 100% de mortalidade), ganho de peso menor e mais tardio e significativo atraso no desenvolvimento. O tratamento constituído com a mistura de ração para aves e farelo de trigo, teve desempenho inferior ao tratamento com 100% farelo de trigo, já que ocasionou maior mortalidade larval. Conclui-se que o substrato constituído por 100% farelo de trigo viabiliza a produção de tenébrios com menor custo e garante ganho de peso e baixa mortalidade.

Palavras-chave: Alimentação Alternativa. Biologia de Insetos. Nutrição. *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT

This study evaluated the feasibility of including cowpea flour in the diet of *Tenebrio molitor*. The experiment was conducted evaluating six treatments: substrate with 100% cowpea flour; substrate with 75% cowpea flour and 25% wheat bran; substrate with 50% cowpea flour and 50% wheat bran; substrate with 25% cowpea flour and 75% wheat bran; substrate with 100% wheat bran and control (substrate with 50% wheat bran and 50% feed for laying hens). The following biological parameters were analyzed: larval weight gain; pupal weight; duration of the larval stage; mortality in the larval stage; percentage of deformation of adults or adults not released from the pupal envelope and fecundity. The results obtained showed that the use of cowpea flour is not a viable alternative for the production of *T. molitor*, as they revealed a directly proportional relationship between the insertion of cowpea flour and increased larval mortality (the 100% cowpea treatment obtained 100% mortality), lower and later weight gain and significant delay in development. The treatment consisting of the mixture of poultry feed and wheat bran had a worse performance than the treatment with

100% wheat bran, as it caused higher larval mortality. It is concluded that the substrate consisting of 100% wheat bran enables the production of *T. molitor* at a lower cost and ensures weight gain and low mortality.

Keywords: Alternative Feeding. Insect Biology. Nutrition. *Vigna unguicula*.

RESUMEN

Este estudio evaluó la viabilidad de añadir harina de caupí a la dieta de *Tenebrio molitor*. El experimento se realizó evaluando seis tratamientos: sustrato con 100% de harina de caupí; sustrato con 75% de harina de caupí y 25% de salvado de trigo; sustrato con 50% de harina de caupí y 50% de salvado de trigo; sustrato con 25% de harina de caupí y 75% de salvado de trigo; sustrato con 100% de salvado de trigo y control (sustrato con 50% de salvado de trigo y 50% de pienso para aves ponedoras). Se analizaron los siguientes parámetros biológicos: aumento de peso de las larvas; peso de las pupas; duración de la fase larvaria; mortalidad durante la fase larvaria; porcentaje de adultos deformes o no liberados de la envoltura pupal y fecundidad. Los resultados obtenidos mostraron que el uso de harina de caupí no es una alternativa viable para la producción de *T. molitor*, ya que revelaron una relación directamente proporcional entre la inserción de harina de caupí y el aumento de la mortalidad larvaria (el tratamiento con 100% de caupí obtuvo un 100% de mortalidad), una ganancia de peso menor y más tardía y un retraso significativo en el desarrollo. El tratamiento consistente en una mezcla de pienso avícola y salvado de trigo obtuvo peores resultados que el tratamiento con un 100% de salvado de trigo, ya que provocó una mayor mortalidad larvaria. Se puede concluir que el sustrato consistente en un 100% de salvado de trigo hace factible la producción de tenerebrios a un menor coste y garantiza una ganancia de peso y una baja mortalidad.

Palabras clave: Alimentación Alternativa. Biología de Insectos. Nutrición. *Vigna unguiculata*.

1 INTRODUÇÃO

Os seres vivos, em geral, são reflexo daquilo que consomem, e esse fato evidencia a importância do alimento para os organismos. No caso dos insetos, muitos aspectos da sua biologia, incluindo o comportamento, a fisiologia e a ecologia, estão de uma ou outra maneira inseridos dentro de um determinado contexto alimentar. Além da quantidade, a qualidade e a proporção de nutrientes presentes no alimento, a presença de compostos secundários ou não-nutricionais (aleloquímicos) causam impacto variável na biologia dos insetos,

determinando a sua capacidade de contribuição reprodutiva para a geração seguinte (Panizzi; Parra, 2009).

Criações de insetos podem ter diversas finalidades: fornecer insetos para estudos científicos; fornecer presas/hospedeiros para programas de Controle Biológico Aplicado, em instituições de ensino e pesquisa ou em biofábricas; fornecer insetos para introdução (Controle Biológico Clássico); fornecer insetos para alimentação humana e animal, entre outras. Quanto à última finalidade citada, é crescente a utilização de insetos para suplementar a alimentação de diversos animais, como peixes, aves, répteis e mamíferos insetívoros, o que vem atraindo o interesse de diversas empresas ligadas a nutrição animal e de muitos produtores que buscam produzir insetos de maneira independente e sustentável.

O besouro-das-farinhas, *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae), é uma espécie muito comercializada atualmente e fácil de ser criada, sendo feita quase que em sua maioria de forma artesanal e utilizada principalmente em estabelecimentos de criação de aves e peixes para diversificar e suplementar a alimentação desses animais. Essa espécie também é muito utilizada em estudos científicos que trabalham com a perspectiva de interação trófica (predador x presa; hospedeiro x parasitóide ou parasita). Nesses casos, é imprescindível gerar um número elevado de tenébrios, o que exige que sejam asseguradas alimentação (balanceada, adequada e disponível), água, defesa contra inimigos naturais e a manutenção de condições abióticas favoráveis à espécie.

Tenébrios são insetos onívoros, que se alimentam primariamente de farinhas, fubás, farelos, rações, macarrão, grãos quebrados ou danificados (Gallo *et al.*, 2002).

O inseto tenébrio amplamente comercializado e criado nas regiões do Brasil, é conhecido por muitos criadores de aves e peixes, que utilizam a larva deste inseto para enriquecer a dieta de seus animais. Desta forma alguns estudos sobre a utilização de insetos na alimentação de peixes foram feitos. Um desses trabalhos foi o de Barroso e colaboradores (2014) que visou avaliar o potencial dos insetos como substituto da farinha de peixe devido a alta expansão

da aquicultura e aos recursos limitados disponíveis do mar, procurando otimizar os custos e a produção, agregando uma nova fonte proteica.

No Brasil, a cultura de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) destaca-se como uma das mais cultivadas na região Nordeste, especialmente nos Estados do Ceará e Piauí, onde é considerada a principal cultura de subsistência das populações da zona rural, um importante componente da dieta dessa população e gerador de emprego e renda (Mousinho *et al.*, 2008).

A produção de farinha por meio da moagem é uma alternativa para o processamento do feijão-caupi, na busca de um produto com maior valor nutritivo agregado e de maior estabilidade durante o armazenamento. A farinha de feijão-caupi é uma importante fonte de proteínas e carboidratos, possui um excelente conteúdo mineral e tem baixo conteúdo lipídico (Gomes *et al.*, 2012).

Por apresentar rico perfil nutricional, facilidade em sua produção e grande oferta de sementes no Nordeste brasileiro, a farinha de feijão-caupi é um ingrediente com grande potencial de uso na substituição ou suplementação em substratos/rações feitas primariamente com derivados de trigo e soja.

A despeito de seu hábito onívoro, populações de *T. molitor* são fortemente influenciadas pelo tipo de alimento a que estão expostos. Seu tempo de desenvolvimento, sobrevivência, ganho de peso, deformidades, razão sexual e fecundidade são diretamente afetados pelo alimento. A inserção de farinha de feijão-caupi nos substratos de alimentação de tenébrions tem potencial para gerar ganhos econômicos ao permitir um crescimento populacional adequado, agregar nutrientes favoráveis a esse inseto e aos seus consumidores, e garantir criações menos dispendiosas aos produtores/criadores da espécie.

Esse trabalho avaliou a viabilidade de inserção da farinha de feijão-caupi na dieta de *T. molitor*.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Esse trabalho avaliou a viabilidade de inserção da farinha de feijão-caupi na dieta de *T. molitor*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- avaliar os parâmetros biológicos de *T. molitor*: ganho de peso de larvas; peso das pupas; duração do estágio de larva; a mortalidade na fase larval; a porcentagem de deformação de adultos ou de adultos não liberados do invólucro pupal e a fecundidade (número de larvas obtidas por casal) em dietas com diferentes proporções de mistura com farinha de feijão-caupi;
- dentre as dietas estudadas, definir qual a melhor para a criação massal de *T. molitor*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 USO DE INSETOS COMO ALIMENTAÇÃO ALTERNATIVA

Os insetos há muitas décadas vem sendo alvo de pesquisas científicas devido ao seu conteúdo nutricional, pois parte dos seus processos ecológicos, fisiológicos e comportamentais estão ligados à sua nutrição, podendo ela ser qualitativa que trata exclusivamente dos nutrientes exigidos do ponto de vista químico, e quantitativo que considera a proporção de alimento ingerido, digerido e assimilado (Panizzi; Parra, 2009).

No Brasil, existem empresas que produzem insetos para o consumo animal, dentre elas está a Nutrinsecta, fundada desde 2008, em Betim (MG), que desejando expandir seu mercado, já solicitou ao Ministério da Agricultura, uma licença para a produção com vistas ao consumo humano. O Ministério da Agricultura pediu indicação bibliográfica ao empresário, alegando que se trata de

um tema polêmico, mas que será discutido, pois representa oportunidade real de se combater o aquecimento global (Terramerica, 2013).

Denomina-se entomofagia a prática de consumir insetos. Sua ingestão é realizada exclusivamente por alguns animais, sendo também integrada como parte da dieta alimentar em sociedades humanas, por exemplo, em tribos da África, em diferentes países da Ásia, Austrália e da América Latina (Costa-Neto, 2013).

Existem três formas principais de entomofagia no geral. A primeira e mais básica é a ingestão do inseto visível e reconhecível como tal. A segunda forma é transformar o inseto em pó ou farinha para incorporação em massas utilizadas na alimentação. E, por fim, a terceira consiste em consumir apenas um extrato do inseto como, por exemplo, uma das suas proteínas isolada (Klunder *et al.*, 2012).

Os insetos podem ser uma interessante fonte proteica, sendo a criação destes a garantia de uma produção em grande quantidade, com alta qualidade e estabilidade de fornecimento e preço (Sánchez-Muros *et al.*, 2015). As vantagens do uso de insetos na alimentação dos peixes e aves são diversas, pela não competição por recursos alimentares humanos ou uso da terra, maximizando assim os benefícios da gestão de resíduos, utilizados como fonte alimentar dos insetos. Os insetos podem ser produzidos de forma industrial e não precisam de muito espaço ou água, especialmente quando comparado com as culturas como a soja (Sánchez-Muros *et al.*, 2015). O uso de insetos na alimentação também contribui para a reciclagem natural de nutrientes e gera um ingrediente proteico de alta qualidade.

A utilização dos insetos como fonte de proteína animal, quer em rações animais quer em produtos para alimentação humana, é uma alternativa que ainda necessita ser bastante explorada. Esta seria uma prática que, de acordo com estudos feitos, aumentaria a qualidade da proteína animal produzida (no caso da aplicação dos insetos em rações) (Hwangbo *et al.*, 2009).

Bicho-da-farinha, é como são conhecidas as larvas do besouro tenébrio *Tenebrio molitor*. Eles são criados para consumo humano, bem como para a alimentação animal e se desenvolvem melhor em clima temperado. São ricos em cobre, sódio, potássio, ferro, zinco e selênio. Também são comparáveis à carne

em termos de teor de proteína, mas têm um número maior de gorduras poli-insaturadas saudáveis (Romeiro *et al.*, 2015)

A espécie *T. molitor* é nativa da Europa, mas devido à facilidade de reprodução e alimentação que apresenta, também já encontra-se distribuída pelo mundo todo sendo considerada uma praga de produtos armazenados. Trata-se de um inseto frequentemente encontrado em armazéns de produtos de cereais (Elpidina; Goptar, 2007).

Embora *T. molitor* seja considerado um inseto-praga menos frequente e importante no ambiente de grãos armazenados, a biologia e ecologia desse animal deve ser estudada (Tsuda; Yoshida, 1984), principalmente por ser classificado como praga primária (juntamente com *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais*), as quais atacam sementes e grãos inteiros e sadios, viabilizando as pragas secundárias, as quais dependem que os grãos estejam danificados ou quebrados para poderem consumi-los (Lorini *et al.*, 2010). No Brasil, a despeito de ser comum, não está associado a danos e prejuízos agrônômicos, predominantemente.

O seu ciclo de desenvolvimento pode demorar entre 280 a 630 dias, dependendo das várias condições em que esteja a crescer. No entanto, o normal é a larva atingir o estado adulto em 3 a 4 meses. Para que o crescimento seja ótimo, a temperatura deve estar a cerca de 27°C e a umidade baixa (Siemianowska *et al.*, 2013).

São holometabólicos passando por quatro fases distintas: ovo, larva, pupa e adulto. Sendo sua fase larval conhecida por ser uma fonte de proteínas e matéria fosfatada, desta forma proporciona uma forma prática e econômica e nutritiva na alimentação para criadouros de diversas espécies como: peixes tropicais, répteis, pássaros e pequenos mamíferos insetívoros (Street, 1999).

Figura 1 – Quatro fases distintas do ciclo de vida do *T. molitor*: ovo, larva, pupa e adulto.



Fonte: <http://curiozeiros1.blogspot.com.br/2015/07/importancia-do-tenebrio-molitor-na.html>

Sua dieta nutricional é baseada em farelos de cereais com baixa densidade e consistências macias, livres de umidade tornando necessária a presença de aminoácidos para a produção de proteínas estruturais e enzimas, pois o valor de qualquer proteína ingerida por um inseto depende do conteúdo de aminoácidos da mesma, e da habilidade do inseto em digeri-la (Chapman, 1982). As proteínas e os aminoácidos essenciais e não essenciais são extremamente importantes para o crescimento e desenvolvimento dos tenébrios.

O *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) é um inseto que infesta grãos armazenados, possui tamanho avantajado, tem alta taxa reprodutiva (500-1000 ovos por fêmea) e por isso suas larvas são bastante usadas como referência de laboratório para testes com agentes biológicos: insetos predadores (Grund *et al.* 2000; Zanuncio *et al.*, 2004); parasitoides (Zanuncio *et al.*, 2008; Andrade *et al.*, 2010).

A criação de *T. molitor* é uma das maneiras mais fáceis, higiênicas e econômicas para obtenção de iscas / proteínas vivas. Para a alimentação animal, podem ser usadas larvas de vários instares, pupas e até mesmo adultos, tendo-se assim alimento disponível em quantidade por todo o ano.

3.2 A UTILIZAÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI

O feijão-caupi é uma Dicotyledonea que pertence a ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinae e ao gênero *Vigna*. As formas cultivadas no Brasil apresentam os nomes comuns de feijão macassar, feijão de corda ou caupi: espécie *Vigna unguiculata* (L.)Walp (Freire Filho, 1988).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma cultura de origem africana, a qual foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia. Em razão da grande variabilidade genética existente na própria espécie e nas espécies silvestres geneticamente mais próximas, houve uma grande dificuldade para a classificação da espécie domesticada, desse modo, o feijão-caupi inicialmente foi classificado no gênero *Phaseolus*, até ser classificado no gênero *Vigna* em 1894 (Freire Filho, 2011).

A produção mundial de feijão-caupi em 2014 foi de aproximadamente 5,6 milhões de toneladas, produzidas em 12,5 milhões de hectares, conforme registros da FAO (2015).

No Brasil, o feijão mais comumente utilizado na alimentação é o *Phaseolus vulgaris* (feijão comum), embora o *Vigna unguiculata* (feijão-de-corda, caupi, macassar ou fradinho) seja também usado no norte e nordeste brasileiro (BRASIL, 2012).

Sua produção representa 36% do total de feijões cultivados. No Brasil os maiores produtores de feijão-caupi são o Estado do Ceará seguido dos Estados do Piauí, Bahia e Maranhão respectivamente (CONAB, 2014).

De acordo com estimativas da Embrapa Arroz e Feijão, a produção anual de feijão-caupi no Brasil e nos estados produtores em 2014 foi de 482.665 toneladas colhidas em 1.202.491 hectares (Embrapa Arroz e Feijão, 2014).

O Piauí possui a maior área plantada com feijão-caupi no território brasileiro apresentando 211,5 mil hectares, e uma produção de 69,4 mil toneladas. Mesmo com valores representativos para área cultivada a produtividade ainda é baixa

quando comparada com outros estados, correspondendo apenas a 328 Kg ha⁻¹, ficando à frente apenas da Bahia (CONAB, 2016).

A qualidade nutricional das proteínas das leguminosas é influenciada pelo gênero, espécie, variedade botânica, concentração de fatores antinutricionais, tempo de estocagem, tratamento térmico e, em geral, é inferior àquela da proteína de origem animal (Bressani, 1993; Cruz *et al.*, 2003). No entanto, o alto custo da proteína animal faz com que as proteínas vegetais sejam o principal componente da dieta de diversas populações (IQBAL *et al.*, 2006).

O uso concomitante de fonte leguminosa e cereal, são misturas que agregam valor nutricional no produto permitindo desenvolver formulações com maior teor e qualidade proteica uma vez que o perfil de aminoácidos de leguminosas e cereais se complementam, o que contribui para uma dieta adequada (Nicoletti *et al.*, 2007).

O caupi é uma leguminosa rica em amido e proteína, de cujas sementes facilmente se obtém farinha que pode ser misturada com farinha de trigo. Além de ser uma boa fonte de vitaminas do complexo B, o grão de caupi contém substancial quantidade de lisina e, quando misturado com cereais, produz misturas com boa complementação de aminoácidos, além de melhorar a qualidade nutricional da farinha (Araújo *et al.*, 2002).

Apesar de serem conhecidas as vantagens do consumo desta leguminosa, onde destaca-se a baixa quantidade de gordura e o elevado conteúdo de carboidratos complexos, proteínas, vitaminas, ferro, cálcio e fibra alimentar, a farinha de caupi nunca foi testada como substrato para criação de insetos, mesmo reconhecendo-se seu alto valor nutricional, fato que nos levou a fazer essa investigação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho foi realizado no Laboratório de Ecologia de Insetos (LaboECO) da Embrapa Meio-Norte UEP Parnaíba-PI, utilizando em todos os testes de laboratório câmaras climatizadas (B.O.D) mantidas à temperatura de 25°C ± (1°C) e 70% ± (10%) de UR, sem luminosidade.

4.1 PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *T. MOLITOR* EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Para a análise associada aos parâmetros biológicos de *T. molitor* foram utilizados tenébrios de uma criação já estabelecida no referido laboratório. Essa criação estoque foi mantida em recipientes plásticos retangulares com capacidade de 3 litros cobertos com tecido *voil*, tendo como substrato para larvas e adultos a mistura de farelo de trigo (50%), ração para crescimento de aves (25%) e ração para aves poedeiras (25%). Além desse substrato, foram oferecidas fatias de maxixe como fonte adicional de água e nutrientes, principalmente para a fase adulta. Essa população de *T. molitor* foi mantida em ambiente sem luz e com pouco revolvimento do substrato, visando manter condições ótimas ao desenvolvimento do inseto.

O experimento foi conduzido seguindo delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos, a saber: (T1) substrato com 100% farinha de feijão caupi; (T2) substrato com 75% de farinha de feijão caupi e 25% de farelo de trigo; (T3) substrato com 50% de farinha de feijão caupi e 50% de farelo de trigo; (T4) substrato com 25% de farinha de feijão caupi e 75% de farelo de trigo; (T5) substrato farelo de trigo 100% e (T6) controle, que foi constituído de 50% de farelo de trigo e 50% de ração para aves poedeiras. Justifica-se o tratamento controle por ser o mais frequentemente usado por produtores de *T. molitor*, para fins comparativos aos demais. A composição dos tratamentos com mais de um ingrediente foi realizada mediante a correta pesagem dos mesmos, mistura e homogeneização.

O farelo de trigo e a ração para aves foram obtidos em estabelecimentos comerciais voltados à venda de produtos agropecuários. Para evitar contaminação destes com outros insetos (gorgulhos, carunchos e traças, por exemplo) e ácaros (muito frequentes em produtos comercializados), o farelo de trigo e a ração foram mantidos em estufa a 70° C durante 5 horas. Após esse período, esses produtos foram disponibilizados para comporem os substratos propostos.

A farinha de feijão-caupi foi processada a partir de sementes da variedade “Xiquexique”, sem sinais de deterioração e com aspecto de cor/tamanho homogêneos. As sementes foram colocadas em estufa a 50° C durante 6 horas para redução de fatores antinutricionais, e em seguida foram trituradas e peneiradas em malha com abertura de 2mm. Após esse peneiramento, a farinha foi acondicionada em sacos plásticos para posterior uso.

Para o acondicionamento dos casais em B.O.D nos seus respectivos recipientes, as farinhas foram pesadas nas seguintes quantidades: T1 (200g de farinha de feijão-caupi); T2 (150g de farinha de feijão-caupi e 50g de farelo de trigo); T3 (100g de farinha de feijão-caupi e 100g de farelo de trigo); T4 (50g de farinha de feijão-caupi e 150g de farelo de trigo); T5 (200g de farelo de trigo); T6 (100g de farelo de trigo e 100g de ração para aves poedeiras) totalizando 200g de mistura em cada recipiente.

Após sexagem de pupas da criação estoque segundo Bhattacharya *et al.* (1970) foi realizado o estabelecimento de casais em recipiente plástico com os diferentes substratos, sendo 10 fêmeas e 10 machos (com mais de uma semana de idade) para cada recipiente, para a obtenção de larvas de primeiro instar já em contato com os substratos que foram testados. Para correta identificação sexual, os machos foram marcados em seu élitro, com uso de corretivo líquido.

Foram avaliadas 10 repetições por tratamento, constituídas por cinco larvas recém eclodidas, que foram individualizadas em potes plásticos e que tiveram seu desenvolvimento biológico devidamente acompanhado em cada substrato proposto.

Foram analisados os seguintes parâmetros biológicos: ganho de peso de larvas; peso das pupas; duração do estágio de larva; a mortalidade na fase larval; a porcentagem de deformação de adultos ou de adultos não liberados do invólucro pupal e a fecundidade (número de larvas obtidas por casal).

O ganho de peso das larvas foi aferido semanalmente em balança analítica. A duração dos instares e fases bem como a mortalidade dos indivíduos foram verificadas a cada dois dias.

As pupas foram pesadas e sexadas um dia após a pupação. Os adultos provenientes de cada tratamento tiveram como alimento adicional fatias de

cenoura. A partir de uma semana de emergência, foram estabelecidos 10 casais para cada tratamento, para verificação da fecundidade, onde foi aferido a quantidade de larvas geradas por cada fêmea.

Os dados obtidos para os diferentes parâmetros biológicos foram analisados pelo Teste F (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, com o uso do software R versão 3.2 (2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se obter insetos em quantidade e qualidade adequada ao uso para fins de alimentação animal se faz necessário estabelecer método de criação massal que tenha baixo custo, fácil manutenção e que forneça nutrição adequada às espécies que se deseja alimentar. O tipo de dieta, seja ela artificial ou natural, pode influenciar no desenvolvimento do *T. molitor* e afetar seu desempenho reprodutivo (Lemos *et al.*, 2003).

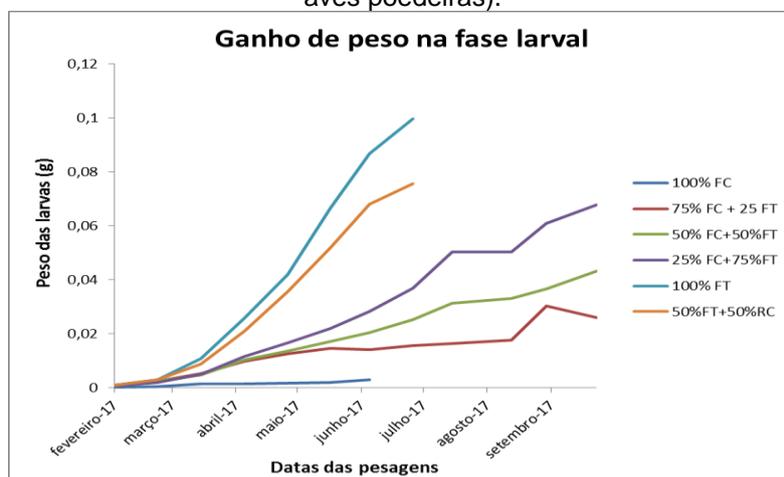
Uma dieta artificial adequada é aquela que: propicia alta viabilidade larval; produz insetos com duração da fase larval igual à da natureza; dá origem a adultos com alta capacidade reprodutiva; serve para mais de uma espécie e, se possível, para mais de uma ordem de insetos; tem em sua composição componentes de baixo custo (facilmente adquiridos no mercado); apresenta viabilidade total superior a 75% e mantém a qualidade do inseto ao longo das gerações (Panizzi; Parra, 2009).

Com relação a primeira variável analisada, ganho de peso de *T. molitor* em sua fase larval, observamos uma marcante diferença entre os tratamentos. Como demonstrado na Figura 5, o tratamento composto por 100% de farinha de feijão-caupi (T1) obteve um baixo ganho de peso durante os meses de pesagem e ocasionou a morte de todas as larvas até o 6º mês de vida (julho de 2017). Assim sendo, a criação de *T. molitor* nesse substrato não é viável para a manutenção desse inseto com fins de produção, já que não garante a conclusão do ciclo de vida, sua reprodução nem a sua qualidade como alimento / presa.

As larvas provenientes dos tratamentos com inserção da farinha de caupi em diferentes proporções (T2; T3; T4) mostraram atraso em seu desenvolvimento e ganho de peso lento no decorrer do experimento. Observou-se que a medida que houve a diminuição da proporção de farinha de feijão-caupi em substituição ao farelo de trigo, houve também um aumento do peso das larvas, como exemplo temos o T4 que alcançou aproximadamente 70 mg, o que reforça a afirmação que a adição da farinha do feijão-caupi não é uma boa alternativa para alimentação de tenébrios.

A dieta de criação de *T. molitor* pode influenciar o seu desenvolvimento (Morales-Ramos *et al.*, 2010; 2011) e, possivelmente, o desempenho dos predadores que se alimentam desta espécie. Embora a dieta à base de farelo de trigo seja a mais utilizada para a sua criação (Zamperlini *et al.*, 1992), alguns criadores de pássaros têm usado dietas alternativas, como rações para aves poedeiras.

Figura 2 – Evolução do ganho de peso de larvas de *T. molitor* nos respectivos tratamentos até 180 dias de seu desenvolvimento. (FC: farinha de caupi; FT: farelo de trigo; RC: ração para aves poedeiras).



Fonte: Elaborado pelos autores

Os tratamentos contendo farelo de trigo sem a adição de farinha de caupi (T5 e T6) tiveram seu desenvolvimento larval concluído até o 6º mês de vida, gerando larvas com maior peso (entre 70 e 100mg) e melhor aspecto. As diferenças entre estes dois tratamentos, apenas foi significativa estatisticamente em relação à mortalidade larval, já que o tratamento com adição de ração para

aves ocasionou maior proporção de morte nesse estágio. Sendo assim, apesar dos bons resultados obtidos pelo tratamento T6 em relação ao ganho de peso e rapidez no desenvolvimento, o tratamento contendo apenas farelo de trigo se sobressaiu como melhor substrato a ser utilizado pois, além de apresentar essas características benéficas a criação do inseto, garante maior viabilidade (menor mortalidade) das larvas.

Os fatores antinutricionais presentes no feijão-caupi podem ser o fator preponderante do insucesso da inserção desse produto na dieta do *T.molitor*. Essas substâncias afetam o metabolismo de espécies por diferentes mecanismos e, conseqüentemente, sua nutrição, podendo provocar a morte (Benevides *et al.*, 2011). Ácidos fenólicos e taninos, inibidores de tripsina e quimiotripsina e lectinas são alguns desses fatores.

Compostos fenólicos (flavonoides, ácidos fenólicos, antocianinas e taninos) são limitantes para utilização do feijão-caupi na nutrição, pois eles são capazes de formar complexos com nutrientes, tais como minerais e proteínas, e assim diminuir a solubilidade, digestão e absorção (Reed, 1995).

A presença de inibidores de proteases, bem como seu efeito antinutricional causado por impedir a digestão proteolítica leva a alterações fisiológicas como retardo no crescimento, limitando assim sua utilização e aceitação (Cardoso *et al.*, 2007).

A não aceitação da farinha de caupi pelo *T. molitor* pode estar associada também a fatores como a antixenose e antibiose que são tipos de resistências expressos pela planta, podendo a mesma possuir os dois ao mesmo tempo, já que os fatores genéticos que as condicionam podem ser independentes Gallo *et al.* (2002).

A antixenose ou não-preferência ocorre quando o subproduto (farelo, farinha, ração etc.) proveniente de determinada cultivar é menos utilizado pelo inseto para alimentação, oviposição ou abrigo que outros produtos em igualdade de condições, pois provoca uma resposta negativa do inseto durante o processo de seleção do hospedeiro. Há uma cadeia de estímulos da planta que provoca uma cadeia de respostas do inseto. Esses estímulos podem ser de natureza

química ou física e são governados por fatores genéticos independentes com efeitos cumulativos Gallo *et al.* (2002).

Já a antibiose, ocorre quando o inseto se alimenta normalmente de determinada cultivar, mas esta exerce um efeito adverso sobre sua biologia. Podendo ser caracterizada por diversos parâmetros expressos nos insetos: mortalidade na fase imatura, prolongamento do período de desenvolvimento, redução do tamanho e peso, redução da fecundidade, fertilidade e período de oviposição etc. Gallo *et al.* (2002).

Esse tipo de resistência pode ser causada por diversos fatores como: presença de substâncias químicas na planta que provocam intoxicação aguda ou crônica do inseto, antimetabólitos que tornam indisponíveis certos nutrientes essenciais ou atuam como inibidores enzimáticos, enzimas que inibem ou reduzem os processos normais de digestão do alimento, compostos que interferem na reprodução entre outros.

Outro fator que pode ter causado incompatibilidade alimentar do *T. molitor* pelo feijão-caupi segundo Gallo *et al.* (2002), foi a ingestão de aleloquímicos, que são substâncias responsáveis pelas interações químicas no organismo e mais especificamente os alomônios. Uma alomona ou alomônio é qualquer substância química produzida e liberada por um indivíduo de uma espécie que afeta o comportamento de um membro de outra espécie em benefício do produtor. A produção de alomônios é uma forma comum de defesa, particularmente de espécies vegetais contra insetos e possui (metabólitos tóxicos, inibidores enzimáticos, inibidores reprodutivos etc.) que causam efeitos em seu metabolismo.

Outro parâmetro analisado no experimento foi a mortalidade do *T. molitor* durante a fase larval.

Tabela 1 – Análise estatística dos parâmetros biológicos: mortalidade na fase larval, peso das pupas e fecundidade dos casais de *T. molitor* alimentados com diferentes substratos. (FC: farinha de caupi; FT: farelo de trigo; RC: ração para aves poedeiras)

Tratamento	Mortalidade (%) *	Peso de pupas (mg)	Fecundidade
(T1) 100% FC	100,00 a	-	-
(T2) 75% FC + 25% FT	20,00 b	-	-
(T3) 50% FC + 50% FT	6,00 bc	-	-
(T4) 25%FC + 75% FT	2,00 c	77,82 b	-
(T5) 100% FT	2,00 c	92,84 a	22,00a
(T6) 50% FT + 50% RC	10,00 bc	87,41 a	52,62a
C.V.(%)	52,68%	17,24%	78,91%

Fonte: Elaborado pelos Autores

Médias seguidas de letras diferentes na coluna se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

O tratamento T1 se apresentou de forma tão homogênea que não gerou variações, observando-se 100% de mortalidade até o 5º mês de experimento, sendo o tratamento que indicou os piores resultados ao longo do período de análises.

Os tratamentos T2 e T3 também apresentaram considerável taxa de mortalidade, atingindo a porcentagem de 6% e 20% respectivamente.

Resultados similares foram encontrados por Campideli *et al.* (2013) onde foi analisada a biologia de *T. molitor* alimentado com farelo de *Crambe abyssinica* uma oleaginosa da família Brassicaceae, em média, a duração do período larval foi de 62,5 dias, variando de 11 a 111 dias. Como nenhuma larva atingiu a fase de pupa e desenvolvimento compatível com a espécie, este alimento não deve ser recomendado para tal criação.

A alta taxa de mortalidade encontrada no tratamento contendo 100% de farinha de feijão-caupi (T1) e nos demais tratamentos com diferentes proporções desse substrato (T2 e T3), pode estar atrelada a um fator denominado condicionamento pré-imaginal, que é uma característica que alguns insetos apresentam e que consiste no fato de os adultos preferirem se alimentar ou ovipositar na variedade (ou planta) da qual se alimentou na fase larval (Lara, 1979).

O tratamento T5 composto por farelo de trigo indicou maior viabilidade das fases de vida do *T. molitor* pois a ingestão desse substrato pelo inseto causou um número insignificante de mortes durante o experimento.

Observou-se também que ração para aves poedeiras contida no tratamento T6 teve influência na mortalidade dos indivíduos. Fato que deve ser investigado

pois esse alimento vem sendo muito utilizado por produtores na criação massal de tenébrios e pode estar trazendo prejuízos, pois a taxa de mortalidade encontrada nesse tratamento apresentou médias relativamente altas.

Quanto a duração do estágio larval, a utilização do feijão-caupi na dieta desses insetos, trouxe respostas negativas ao seu desenvolvimento, pois atrasou a duração do seu ciclo de vida, principalmente da fase larval e isso pode ser justificado pelo efeito prejudicial que a digestão desse alimento causou nos insetos, interferindo assim na sua biologia.

A extensa duração da fase de larva é um ponto negativo na criação de *T. molitor*, pois na maioria dos casos os produtores almejam as larvas de último instar, que são aquelas utilizadas na alimentação dos animais (peixes e aves). Fornecer uma dieta que atrase ou demande de mais tempo para se atingir esse instar, não é considerada uma alternativa apropriada pois o que se espera é que a duração da fase larval se discorra no menor tempo possível e forneça larvas de qualidade e com pesos razoáveis.

Em termos de produção massal de tenébrios o que vai interessar ao produtor são os resultados encontrados nos tratamentos T5 e T6, pois foram aqueles que apresentaram um ganho de peso elevado e curto período da fase larval. As pesagens foram realizadas entre os meses de fevereiro a setembro de 2017 e a partir do sexto mês de pesagens as larvas desses tratamentos foram completando seu ciclo e mudando de fase, transformando-se em pupas.

A duração dos diferentes estágios de desenvolvimento coincidiu com os resultados obtidos por Nielsen (1998) para a mesma espécie. O ciclo de desenvolvimento prolongado também foi verificado neste trabalho, onde apenas o estágio larval exigiu mais de 8 meses.

Devido à alta porcentagem de mortalidade larval no tratamento com 100% farinha de caupi e ao atraso no desenvolvimento ocasionado pela inserção de diferentes proporções desse produto no substrato de *T. molitor* (T2 e T3), a análise de peso das pupas foi obtida através dos resultados encontrados especificamente para os tratamentos T4 (75% farelo de trigo e 25% de farinha de caupi), T5 (100% farelo de trigo) e T6 (50% farelo de trigo e 50% ração para aves).

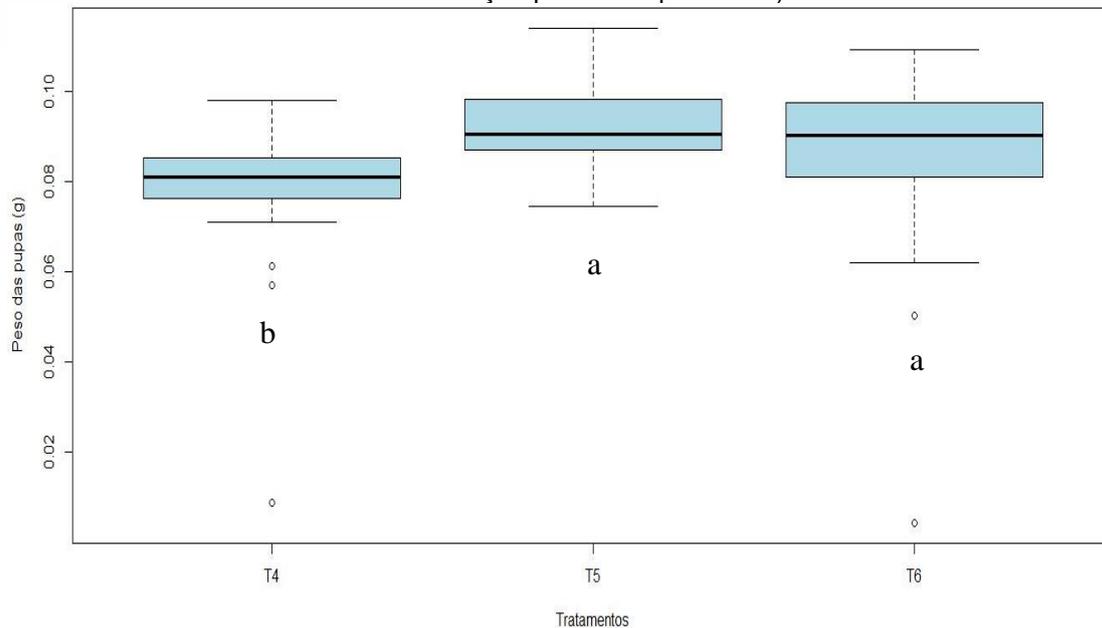
O tratamento T4, apesar de ainda conter significativa proporção de feijão-caupi (25%) e de ter apresentado ganho de peso lento e conclusão tardia da fase larval conseguiu alcançar a fase de pupa, mas com peso e tamanho reduzido em comparação aos demais.

Os tratamentos T5 e T6 também atingiram o estágio de pupa, entretanto de forma mais rápida que os demais tratamentos. As médias de peso desses dois tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa, chegando a 92,8 mg, valor considerado bom pela literatura.

A fase de pupa obtida nos tratamentos T4, T5 e T6 obtiveram médias diferentes, porém bem próximas e com pouca variação. Apesar dos dois últimos tratamentos terem obtido os resultados mais satisfatórios, o tratamento T4 merece uma investigação mais acurada pois mesmo tendo demandado mais tempo para alcançar o estágio de pupa, quando atingido, os indivíduos apresentaram peso próximo a dos tratamentos que não continham o feijão-caupi em sua mistura.

Em algumas situações em que for desejável retardar-se a produção de *T. molitor* por algum motivo, inserir farinha de feijão-caupi seria uma possibilidade para atrasar o ciclo. No entanto, teria que ser verificado mais cuidadosamente se há algum composto tóxico ou fator antinutricional nessa farinha, que possa prejudicar a produção final e trazer prejuízos ao produtor.

Figura 3 – Peso das pupas de *T. molitor* analisados nos tratamentos T4: 25% de farinha de feijão caupi e 75% de farelo de trigo; T5: 100% farelo de trigo e T6: 50% de farelo de trigo e 50% de ração para aves poedeiras).



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 4 – (A) Avaliação do peso e tamanho das pupas de *T. molitor* do T4: 25% de farinha de feijão caupi e 75% de farelo de trigo; (B) Avaliação do peso e tamanho das pupas de *T. molitor* do T5: 100% farelo de trigo.



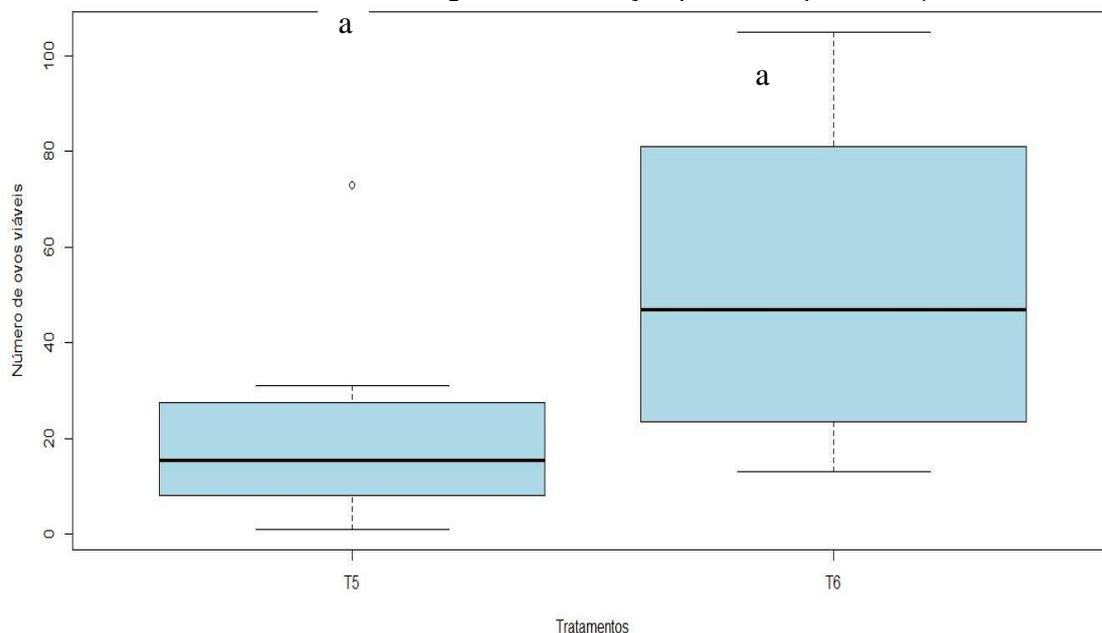
Fonte: Elaborado pelos Autores

Com relação a porcentagem de deformação de adultos ou de adultos não liberados do invólucro pupal, não houveram indivíduos apresentando essas características. Os tratamentos que alcançaram a fase adulta foram o T4, T5 e T6 e todos se apresentaram em perfeito estado físico, sem quaisquer deficiências das partes do seu corpo.

Os tratamentos T1, T2 e T3, não foram avaliados quanto a porcentagem de deformação pois apresentaram mortalidade total dos indivíduos, como foi o caso do T1, ou não alcançaram a fase adulta até o final do experimento.

O parâmetro fecundidade (número de larvas obtidas por casal), foi analisado nos tratamentos T5 e T6, já que tiveram resultados mais promissores para uso como substrato para tenébrios.

Figura 5 – Análise da fecundidade dos casais nos tratamentos (T5: 100% farelo de trigo e T6: 50% de farelo de trigo e 50% de ração para aves poedeiras).



Fonte: Elaborado pelos Autores

Constatou-se grande variação nas médias de ovos viáveis dos tratamentos T5 e T6, mas esses resultados não diferiram estatisticamente entre si. Assim, conclui-se em relação a fecundidade, que substratos com farelo de trigo com ou sem adição de ração para aves apresentaram número satisfatório de ovos viáveis.

Os resultados obtidos através da análise dos parâmetros biológicos mostraram que o uso da farinha de feijão-caupi não é uma alternativa viável para produção de *T. molitor*, pois revelaram relação diretamente proporcional entre inserção de farinha de caupi e aumento da mortalidade larval, ganho de peso menor e mais tardio e significativo atraso no desenvolvimento.

Seria interessante que novos trabalhos fossem realizados acerca do uso da farinha de feijão-caupi na alimentação de insetos, para melhor investigação das causas para os resultados negativos obtidos, dando ênfase aos fatores antinutricionais, antibiose, antixenose e condicionamento pré-imaginal, para se saber com maior propriedade a influência desses fatores no metabolismo das espécies insetívoras.

Além da realização de uma análise bromatológica das larvas obtidas nos tratamentos, para aferir sua composição química, seu valor alimentício e calórico, suas propriedades físicas, químicas e toxicológicas, visando concluir se algum deles apresentará perfil nutricional diferenciado, com potencial de uso na alimentação de aves e peixes.

6 CONCLUSÃO

Contudo, ao final do experimento concluímos que a inclusão ou uso exclusivo da farinha de caupi como substrato para *Tenébrio* interfere negativamente na biologia de *T. molitor*.

Constatou-se ainda que o substrato constituído por 100% farelo de trigo viabiliza a produção de *Tenébrios* com menor custo, pois o farelo de trigo é um produto de fácil acesso e disponibilidade no mercado e garante ganho de peso e baixa mortalidade.

É de grande importância para a indústria, a sociedade e a academia a realização de pesquisas acerca de diferentes tipos de alimentos para tentar diminuir o custo de produção para a alimentação animal, e avaliar o desenvolvimento dos insetos e sua composição nutricional com as diferentes dietas é um fator preponderante para se alcançar esse objetivo.

Conclui-se também que o *Tenébrio molitor* é uma ótima alternativa para a alimentação de animais, otimizando os recursos ambientais para melhor alimentar a população, gerando um grande desenvolvimento sustentável. Embora ainda existam algumas barreiras culturais no Ocidente, há muito potencial de expansão, e toda esta situação proporciona um ambiente favorável

para novas pesquisas e desenvolvimento científico, bem como para novas indústrias e oportunidades de negócios.

No Brasil, a cadeia alimentar dos insetos ainda está em seus primórdios e há grande necessidade de desenvolvimento em termos de investimentos, tecnologia, expansão no mercado consumidor e mão de obra qualificada. As agências reguladoras também devem trabalhar arduamente para criar leis que regulamentem a produção e o uso de insetos na alimentação animal, abrindo assim caminho para aqueles que desejarem ingressar nesta inovação.

REFERENCIAS

- ANDRADE, G. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; LEITE, G. L. D.; POLANCZYK, R. A. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. **Plos one**, v.5, p.1-7, 2010.
- ARAÚJO, A. H.; CARDOSO, P. C. B.; PEREIRA, R. A.; LIMA, L. M.; OLIVEIRA, A. S.; MIRANDA, M.R.A.; XAVIER FILHO, J.; SALES, M.P. In vitro digestibility of cowpea *Vigna unguiculatal* and xerophitic algaroba (*Prosopis fulifloral* seeds by mammalian digesti ve proteinases: a comparative study. **Food chemistry**, v, 78, p. 143-147, 2002.
- BARRON, A. B. The life and death of Hopkins' host selection principle. **Journal of Insect Behaviour**, New York, v. 14, n. 6, p. 725-737, 2001.
- BARROSO, F. G.; HARO, C. DE; SÁNCHEZ-MUROS, Ma.; *et al.* The potential of various insect species for use as food for fish. **Aquaculture**, v. 422-423, p. 193–201, 2014.
- BENEVIDES, C. M. J. *et al.* Antinutritional factors in foods: a reviw. **Segurança alimentar e nutricional**, Campinas, v. 18, n. 2, p 67-79, 2011.
- BHATTACHARYA, A. K; AMEEL, J. J.; WALDBAUER, G. P. A method for sexing living pupal and adult yellow mealworms. **Annals of the entomological society of America**, v. 63, p. 1783. 1970.
- BRASIL. RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012. **Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/> Acesso em 16 de janeiro de 2017.
- BRESSANI, R. Grain quality of common beans. **Food Reviews International**, Philadelphia, v. 9, n. 2, p. 237-297, 1993.
- CAMPIDELI, S. T.; BARROSO, A. G.; REIS, M. T.; SILVEIRA, D. R.; ASSIS JÚNIOR, L. S.; FONSECA, J. A. Biologia de *tenebrio molitor* alimentado com crambe (*crambe abyssinica*). In: **13° Siconbiol**. Bonito, set, 2013.
- CARDOSO, M. J.: MELO, F. DE B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. Densidade de plantas de caupi em regime irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 399-405. 1997.
- CARDOSO, L. R. *et al.* Atividade de inibidores de proteases em linhagens de soja geneticamente melhoradas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n.1, p. 19-26, 2007.
- CHAMPAN, R. F. **The insects: Structure and function**. Cambridge, Massachusetts, Harvard university press, 1982.

CONAB. Indicadores agropecuários. **Feijão**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 08 Dez. 2017.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2016/2017: Primeiro levantamento. p. 162, 2016.

COSTA-NETO, E. M. Insects as human food: na overview. **Amazônica – Revista de Antropologia**, Belém, v. 5, n. 3, p. 562-582, 2013.

CRUZ, G. A. D. R. *et al.* Protein quality and in vivo digestibility of different varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 157-162, 2003.

ELPIDINA, E. N.; GOPTAR, I. A. Digestive peptidases in *Tenebrio molitor* and possibility of use to treat celiac disease. **Entomological Research**, v. 37, p. 139–147, 2007.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Brasil (1985 a 2014)**: área, produção e rendimento. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em: 08/12/2017.

FAO (2015). FAOSTAT. **Crops. Cow peas**, dry. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em 06 de dezembro de 2017.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. *In*: ARAUJO, J.P. de; WATT, E. E. (org.) **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, p. 27-46, 1988.

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2011.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ. Piracicaba, p. 253-255, 2002.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo, CERES, 649p, 1988.

GERBER, G. H.; SABOURIN, D. U. Oviposition site selection in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **The Canadian Entomologist**, v. 116, n. 1, p. 27-39, 1984.

GOMES, G. M. S.; REIS, R. C.; SILVA, C. A. D. T. Obtenção de farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.1, p.31-36, 2012.

GRUNDY, P. R.; MAELZER, D. A.; BRUCE, A.; HASSAN, E. A mass-rearing method for the assassin bug *Pristhesancus plagipennis* (Hemiptera: Reduviidae). **Biological Control**, v.18, p.243-250, 2000.

HWANGBO, J.; HONG, E. C.; JANG, A.; KAN, 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. **Journal of Environmental Biology**, v. 30, p. 609-614, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. v. 5, n. 12, 1993; v. 6, n. 12, 1994; v. 7, n. 12, 1995; v. 8, n. 12, 1996; v. 9, n. 12, 1997; v. 10, n. 12, 1998; v. 11, n. 12, 1999; v. 12, n. 12, 2000; v. 13, n. 12, 2001. Rio de Janeiro: 2001.

IQBAL, A. *et al.* Nutritional quality of important food legumes. **Food Chemistry**, Oxford, v. 97, n. 2, p. 331-335, 2006.

KLUNDER, H. C.; WOLKERS-ROOIJACKERS, J.; KORPELA, J. M.; NOUT, M. J. R. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. **Food Control**, v. 26, p. 628-631, 2012.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: Livroceres, 318p, 1979.

LEMOS, W. P.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm. **Journal of Applied Entomology**, v. 127, p. 389-395, 2003.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇANETO, J. B.; HENNING, A. A. **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento – série sementes**. Circular técnica, 2010. Disponível em <http://www.cnpso.embrapa.br/download/CT73.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2013.

McCARTNEY, J.; STRINGER, I. A. N.; POTTER, M. A. Feeding activity in captive New Zealand lesser short-tailed bats (*Mystacina tuberculata*). **New Zealand Journal of Zoology**, v. 34, p. 227-238, 2007.

MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G.; SHAPIRO-ILAN, D. I.; TEDDERS, W. L. Self-selection of two diet components by *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae and its impact on fitness. **Environmental Entomology**, v. 40, p.1285-1294, 2011.

MOREIRA-ARAUJO, R. S. R.; ARAÚJO, M. A. M.; ARÊAS, J. A. Fortified food made by the extrusion of a mixture of chickpea corn and bovine lung controls iron-deficiency anaemia in preschool children. **Food Chemistry**, v. 107, n. 1, p. 158-164, 2008.

MOREIRA-ARAUJO, R. S. R.; ARAUJO, M. A. M.; SILVA, A. M. S.; CARVALHO, C. M. R.; AREAS, J. A. G. Impacto de salgadinho de alto valor nutritivo na situação nutricional de creches municipais de Teresina – PI. **Nutrire: Revista Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 23, p. 7-21, 2002.

MOUSINHO, F. E. P.; ANDRADE JÚNIOR, A. S de; FRIZZONE, J.A. Viabilidade econômica do cultivo irrigado do feijão-caupi no estado do Piauí. **Acta Science Agronomic**, v. 30, n. 1, p. 139-145, 2008.

NICOLETTI, A. M.; SILVA, L. P.; HECKTHEUER, L.H.; TOLEDO, G.S.P.; GUTKOSKI, L. C. Uso de subprodutos agroindustriais no desenvolvimento de macarrão nutricionalmente melhorado. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 4, p. 421-429, 2007.

NIELSEN, G. R. **Mealworms**. Plant and Soil Science Department. University of Vermont extension homepage, 1998.

R Core Team (2017). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

REED, J. D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science**, [s.l.], v. 73, n. 5, p. 1516-1528, 1995.

ROMEIRO, E. T., DE OLIVEIRA, I. D.; CARVALHO, E. F. Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. **Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, São Paulo, v. 4, n. 1, set, 2015.

SIEMIANOWSKA, E.; KOSEWSKA, A.; ALJEWICZ, M.; SKIBNIEWSKA, K. A.; POLAK-JUSZCZAK, L.; JAROCKI, A.; JEĐRAS M. Larvae of mealworm (*Tenebrio Molitor* L.) As European novel food. **Agricultural Sciences**, v. 4, p. 287-291, 2013.

STORECK, A.; POPPY, G. M.; VAN EMDEN, H. F.; POWELL, W. The role of plant chemical cues in determining host preference in the generalist aphid parasitoid *Aphidius colemani*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 97, n. 1, p. 41-46, 2000.

TERRAMERICA. Meio Ambiente e Cidadania. **Barreiras ao Mercado de Insetos**. Edição 669 de 01 jul. 2013. Disponível em: <http://www.ipsnoticias.net/portuguese/2013/07/ultimas-noticias/terra-america-barreiras-ao-mercado-de-insetos/>. Acesso em: 23 nov. 2017.

TSUDA, Y.; YOSHIDA, T. Population biology of the broad-horned flour beetle, *Gnathocerus cornutus* (F.) (Coleoptera: Tenebrionidae). I. Life table and population parameters. **Applied Entomology and Zoology**, v. 19, n. 1, p. 129-131, 1984.

TURLINGS, T. C. J.; WÄCKERS, F. L.; VET, L. E. M.; LEWIS, W. J.; TUMLINSON, J. H. Learning of host-finding cues by hymenopterous parasitoids. In: PAPA, D. R.; LEWIS, A. C. (Eds.). **Insect learning: ecological and evolutionary perspectives**. New York: Chapman & Hall, 1993. p. 51-78.

ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, F. F.; JACQUES, G. C.; TAVARES, M. T.; SERRÃO, J. E. *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), a new alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare and Lasalle (Hymenoptera: Eulophidae). **The Coleopterists Bulletin**, v. 62, p. 64-66, 2008.

ZANUNCIO, J. C.; LACERDA, M. C.; ZANUNCIO JÚNIOR, J. S.; SILVA, A. M. C.; ESPÍNDULA, M. C. Fertility table and rate of population growth of the predator *Suppantius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. **Annals of Applied Entomology**, v. 144, p. 357-361, 2004.

ZAMPERLINI, B.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, J. E. M.; BRAGANÇA, M. A. L. Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, v. 16, p. 224-203, 1992.