

Efficiency of Aqueous Extract of *Clitoria ternatea* L. in controlling *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Aphididae) and *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936 (Curculionidae) in Cowpea

Eficiência do extrato aquoso de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) no controle do *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Aphididae) e do *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936 (Curculionidae) no feijão-caupi

José Lucas Queiroz Lucena¹; José Maria Arcanjo Alves²; Ammabel Costa Lopes³; Natália Ribeiro Almada⁴; Sandra Lima Cruz¹; Deyse Cristina de Oliveira Silva²; Musibau Oyeleke Azeez⁵

Abstract: The cultivation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is limited by pests such as the black aphid (*Aphis craccivora* Koch, 1854) and the pod weevil, commonly known as manhoso (*Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936), which significantly reduce productivity and compromise the quality of harvested grains. Within the context of Integrated Pest Management (IPM), the use of plant extracts has been increasingly recognized as a promising alternative to conventional chemical control, with a lower environmental impact. This study aimed at evaluating the effectiveness of an aqueous extract of Cunhã (*Clitoria ternatea* L.) in controlling these two pests in cowpea cultivation. The experiment was conducted using the UFRR-Grão Verde cultivar, in a completely randomized design with three treatments: Control - water application), Evidence[®] 700WG insecticide - IMIDACLOPRID 700 g kg⁻¹, 150 g p.c. ha⁻¹; 500 L ha⁻¹ of spray solution, and aqueous extract of Cunhã - 100 g L⁻¹ of water, fresh weight basis, with varying replications. Cowpea rows (9 m) were alternated with strips of *Brachiaria ruziziensis* (9 m), spaced at 0.8 m apart, used as living barriers between treatments. Applications were carried out at 18, 30, and 46 days after planting (DAP). At 62 DAP, when the pods were physiologically matured, 20 pods per plot were collected to assess the incidence of *C. bimaculatus*. The extract of Cunhã treatment was effective in controlling *A. craccivora*, reducing infestation, but was ineffective against *C. bimaculatus*. The Evidence[®] 700WG insecticide treatment satisfactorily controlled both pests, demonstrating its effectiveness as the reference chemical treatment.

Key words: Alternative control, Botanical insecticide, Cowpea pests, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Resumo: O cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é limitado por pragas como o pulgão-preto (*Aphis craccivora* Koch, 1854) e o gorgulho-das-vagens, conhecido como manhoso (*Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936), que reduzem significativamente a produtividade e comprometem a qualidade dos grãos colhidos. No contexto do manejo integrado de pragas (MIP), o uso de extratos vegetais vem se consolidando como alternativa promissora ao controle químico convencional, com menor impacto ambiental. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência do extrato aquoso de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) no controle dessas duas pragas em cultivo de feijão-caupi. O experimento foi conduzido com a cultivar UFRR-Grão Verde, em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos: Controle - aplicação de água; inseticida Evidence[®] 700WG - IMIDACLOPRIDO 700 g kg⁻¹; 150 g p.c. ha⁻¹; 500 L ha⁻¹ de calda e extrato aquoso de cunhã - 100 g L⁻¹ de água, base fresca, com número variável de repetições. As linhas de feijão-caupi (9 m) foram intercaladas por faixas de *Brachiaria ruziziensis* (9 m), espaçadas a 0,8 m, utilizadas como barreiras vivas entre os tratamentos. As aplicações ocorreram aos 18, 30 e 46 dias após o plantio (DAP). Aos 62 DAP, com as vagens fisiologicamente maduras, foram coletadas 20 vagens por parcela para avaliação da incidência de *C. bimaculatus*. O tratamento com extrato de cunhã foi eficaz no controle de *A. craccivora*, reduzindo a infestação, mas ineficiente contra *C. bimaculatus*. O inseticida Evidence[®] 700WG controlou ambas as pragas de forma satisfatória, evidenciando sua eficácia como tratamento químico de referência.

Palavras-chave: Controle alternativo. Inseticida botânico. Pragas do feijão-caupi. *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

*Corresponding author

¹Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (POSAGRO) da Universidade Federal de Roraima. E-mails: jl.q12@hotmail.com; sandrabvrr@gmail.com

²Docente do curso de Agronomia da Universidade Federal de Roraima. BR-174 Km 12, Monte Cristo, 69301-970, Boa Vista-RR, Brazil. E-mails: arcanjo.alves@ufr.br; deyse_cris@hotmail.com

³Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal de Roraima. E-mail: ammabeluf@gmail.com

⁴Discente do curso de Ciências da Computação da UFRR. E-mail: almada.campsci@gmail.com

⁵Pós-doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (POSAGRO) da Universidade Federal de Roraima. E-mail: azeezmusy@gmail.com

INTRODUCTION

Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., also known as black-eyed pea or cowpea bean, is one of the main legumes cultivated in tropical and subtropical regions due to its wide adaptability to various environmental conditions, low production costs, and high nutritional value, serving as an accessible source of proteins, carbohydrates, and essential micronutrients for nutritionally vulnerable populations (ARAÚJO *et al.*, 2022; RAINA *et al.*, 2023).

In the 2023/24 harvest, Brazilian national cowpea production reached 692.4 thousand tonnes over a planted area of 1,227.6 thousand hectares (CONAB, 2025). The highest grain yields are obtained in the Northeast and North regions of Brazil due to cowpea's adaptation to arid and semi-arid conditions (OKOTH *et al.*, 2016) and the Amazonian savanna (Zilli *et al.*, 2009). The average crop productivity in the country is 567 kg ha⁻¹ (CONAB, 2025), considered low, as various biotic and abiotic factors negatively affect crop yields. Among biotic factors, pest insects are major constraints on production, particularly the black aphid (*Aphis craccivora*) and the cowpea weevil (*Chalcodermus bimaculatus*), which cause direct and indirect damage to cowpea due to their regular and intense occurrence (PINHEIRO *et al.*, 2004; MORAES, 2007; LIMA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011; BANDEIRA *et al.*, 2015; LOURENÇO *et al.*, 2018; DUTRA *et al.*, 2020).

The attack of sap-sucking insects, such as *A. craccivora*, represents one of the greatest challenges for cowpea cultivation throughout its cycle, compromising plant development and potentially causing significant reductions in grain productivity (LOURENÇO *et al.*, 2018). Additionally, during the reproductive phase, the crop is heavily impacted by *C. bimaculatus*, a pest that causes direct damage to pods and grains, reducing their quality and compromising final yield. These pests are present in crops throughout the state of Roraima, necessitating effective control measures to minimise production losses and ensure the economic viability of the crop (SANTOS; QUINDERÉ, 1988; LIMA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011).

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., conhecido também como feijão-de-corda ou feijão-macassar, é uma das principais leguminosas cultivadas em regiões tropicais e subtropicais, devido a sua ampla adaptabilidade a diversas condições ambientais, por apresentar baixo custo de produção e alto valor nutricional, sendo uma fonte acessível de proteínas, carboidratos e micronutrientes essenciais para populações em situação de vulnerabilidade nutricional (ARAÚJO *et al.*, 2022; RAINA *et al.*, 2023).

Na safra de 2023/24, a produção nacional brasileira de feijão-caupi foi de 692,4 mil toneladas, em uma área plantada de 1.227,6 mil hectares (CONAB, 2025). O maior rendimento de grãos é obtido nas regiões Nordeste e Norte do Brasil devido à adaptação do feijão-caupi em condições áridas e semiáridas (OKOTH *et al.*, 2016) e na savana amazônica (ZILLI *et al.*, 2009). A produtividade média da cultura no país é de 567 kg ha⁻¹ (CONAB, 2025), considerada baixa, onde diversos fatores bióticos e abióticos influenciam negativamente o rendimento das lavouras. Dentre os fatores bióticos, os insetos-praga estão entre os principais limitantes da produção, destacando-se o pulgão-preto (*Aphis craccivora*) e o manhoso (*Chalcodermus bimaculatus*), que causam danos diretos e indiretos ao feijão-caupi, pela regularidade e intensidade de ocorrência (PINHEIRO *et al.*, 2004; MORAES, 2007; LIMA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011; BANDEIRA *et al.*, 2015; LOURENÇO *et al.*, 2018; DUTRA *et al.*, 2020).

O ataque de insetos sugadores, como o *A. craccivora*, representa um dos maiores desafios para a cultura do feijão-caupi ao longo de todo o seu ciclo, comprometendo o desenvolvimento das plantas e podendo ocasionar reduções significativas na produtividade de grãos (LOURENÇO *et al.*, 2018). Além disso, na fase reprodutiva, a cultura é fortemente impactada pelo *C. bimaculatus*, uma praga que causa danos diretos às vagens e aos grãos, reduzindo sua qualidade e comprometendo o rendimento final da lavoura. Esses insetos-praga estão presentes em cultivos de todo o estado de Roraima, sendo necessária a adoção de medidas de controle eficazes para minimizar as perdas na produção e garantir a viabilidade econômica da cultura (SANTOS; QUINDERÉ, 1988; LIMA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011).

The use of plant extracts or solutions has emerged as a sustainable alternative for controlling cowpea pest insects, reducing dependence on synthetic insecticides, which often lead to the development of resistant populations and negatively impact beneficial organisms (SILVA *et al.*, 2011; DUTRA *et al.*, 2020; NASCIMENTO *et al.*, 2021). Studies demonstrate that bioactive compounds present in plants such as *Piper aduncum* (Piperaceae), *Carica papaya* (Caricaceae) and *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae) have insecticidal action, inhibiting aphid feeding and development with mortality rates exceeding 80% (DUTRA *et al.*, 2020). Within the Fabaceae family, the species *Derris urucu* stands out due to the presence of rotenone (FAZOLIN, *et al.*, 2002).

In addition to their efficacy, plant-derived solutions exhibit rapid environmental degradation and low toxicity to non-target organisms, making them a viable alternative for smallholder farmers and agroecological systems (ZANOTELLI *et al.*, 2021). Thus, these compounds represent a promising resource within integrated pest management, contributing to the sustainable protection of cowpea crops.

Another plant recently studied is *Clitoria ternatea* L. (Fabaceae). Extracts from its leaves, flowers, and seeds contain bioactive compounds that show potential for pest control (KELEMU *et al.*, 2004; POTH *et al.*, 2011; MENSAH *et al.*, 2015). Given this insecticidal potential, research has advanced towards using *C. ternatea* as a bioinsecticide, resulting in the development of commercial products such as Sero-X®, a natural pesticide approved for use in Australia (OGUIS *et al.*, 2019). This highlights the potential of this species for integrated pest management, promoting sustainable agricultural practices. Therefore, this study aimed to evaluate the efficacy of aqueous *C. ternatea* extract in controlling *A. craccivora* and *C. bimaculatus* in cowpea crops, seeking to adopt alternative and sustainable pest management strategies to reduce damage caused by these pest insects.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted in a 2,560 m² (64 x 40 m) area cultivated with *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*) and cowpea.

O uso de extratos ou caldas vegetais tem se destacado como uma alternativa sustentável no controle de insetos-praga do feijão-caupi, reduzindo a dependência de inseticidas sintéticos, que frequentemente levam ao desenvolvimento de populações resistentes e impactam negativamente os organismos benéficos (SILVA *et al.*, 2011; DUTRA *et al.*, 2020; NASCIMENTO *et al.*, 2021). Estudos demonstram que compostos bioativos presentes em plantas como *Piper aduncum* (Piperaceae), *Carica papaya* (Caricaceae) e *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae) possuem ação inseticida, inibindo a alimentação e o desenvolvimento de afídeos, com taxas de mortalidade superiores a 80% (DUTRA *et al.*, 2020). Na família Fabaceae tem-se o destaque da espécie *Derris urucu* com presença de rotenona (FAZOLIN, *et al.*, 2002).

Além de sua eficácia, as caldas extraídas de vegetais apresentam rápida degradação ambiental e baixa toxicidade para organismos não-alvo, tornando-se alternativa viável para pequenos agricultores e sistemas agroecológicos (ZANOTELLI *et al.*, 2021). Dessa forma, esses compostos representam um recurso promissor dentro do manejo integrado de pragas contribuindo para a proteção sustentável da cultura do feijão-caupi.

Outra planta que tem sido estudada mais recentemente é a cunhã, *Clitoria ternatea* L. (Fabaceae). Os extratos extraídos das folhas, flores e sementes desta leguminosa apresentam compostos bioativos que demonstram potencial no controle de pragas (KELEMU *et al.*, 2004; POTH *et al.*, 2011; MENSAH *et al.*, 2015). Diante desse potencial inseticida, pesquisas avançaram para a utilização de *C. ternatea* como bioinseticida, resultando no desenvolvimento de produtos comerciais à base dessa planta, como o Sero-X®, um pesticida natural aprovado para uso na Austrália (OGUIS *et al.*, 2019). Esse fato reforça o potencial dessa espécie para o manejo integrado de pragas, promovendo práticas agrícolas sustentáveis. Mediante o exposto, objetivou-se avaliar a eficácia do extrato aquoso de *C. ternatea* no controle do *A. craccivora* e do *C. bimaculatus* na cultura do feijão-caupi, visando a adoção de estratégias de manejo alternativo e sustentável para a redução dos danos causados por estes insetos-praga.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma área de 2.560 m² (64 x 40 m) cultivada com *Urochloa ruziziensis* (syn. *Brachiaria ruziziensis*) e feijão-caupi.

The experiment was carried out from December 2024 to March 2025 at the experimental area of the Centre for Agricultural Sciences of the Federal University of Roraima (CCA/UFRR), in Boa Vista, Roraima state (latitude 2°52'21.1" N, longitude 60°42'44.8" W, altitude 85 m). The climate of the study region, according to the Köppen classification, is Am (tropical rainy with a short dry season), with two defined rainfall periods: a rainy season (April to September) and a dry season (October to March) (ARAÚJO *et al.*, 2024).

The soil in the area is classified as a typical dystrophic Yellow Latosol (EMBRAPA, 2013), with 220 g kg⁻¹ clay content. Soil chemical characteristics of the experimental area were determined from a composite sample formed from twenty subsamples of the in the 0-20 cm depth layer. Results for the surface layer (0.00-0.20 m) were: pH 4.53; soil organic matter (SOM) 16.7 g dm⁻³; P (Mehlich) 0.54 mg dm⁻³; exchangeable K, Ca, Mg, and Al (cmol_c dm⁻³) - 0.08, 0.82, 0.24, 0.35; H+Al - 4.00 cmol_c dm⁻³; sum of bases (SB) - 1.14 cmol_c dm⁻³; effective cation exchange capacity (CEC_e) - 1.49 cmol_c dm⁻³; total CEC - 5.17 cmol_c dm⁻³; base saturation (V%) - 23; aluminium saturation (m%) - 24.

A completely randomised design was adopted with three treatments: 1) Application of the systemic insecticide from the neonicotinoid group – IMIDACLOPRID 700 g kg⁻¹, commercial name Evidence® 700WG (150 g a.i. ha⁻¹, 500 L ha⁻¹ of spray solution); 2) Control: water; and 3) application of *Clitoria ternatea* aqueous extract (50 and 100 g L⁻¹ of water, 500 L ha⁻¹ of spray solution). Due to the randomisation of the experimental cowpea plots within the *Brachiaria ruziziensis* cultivation area, different numbers of replications were used, totalling 29 experimental plots.

Each experimental plot consisted of all plants in a 9 m cowpea row, with 6 plants per metre after thinning. For growth variables, a completely randomised design in a factorial scheme (3 x 2) was adopted, with the first factor being the application of the solutions and the second the absence or presence of aphids on the plant. For the variable percentage of plants with live aphids on leaves, stems, and/or pods, statistical analysis was performed only for the assessment at 62 days after planting (DAP).

O experimento foi realizado no período de dezembro de 2024 a março de 2025, na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima - CCA/UFRR, no município de Boa Vista, estado de Roraima (latitude 2° 52' 21,1" N, longitude 60° 42' 44,8" W e altitude de 85 m). O clima da região do estudo, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am (Tropical chuvoso com curta duração seca), com dois períodos pluviométricos definidos, um chuvoso (abril a setembro) e outro seco (outubro a março) (ARAÚJO *et al.*, 2024).

O solo da área é da classe Latossolo Amarelo distrófico típico (EMBRAPA, 2013), que apresenta 220 g kg⁻¹ de argila. As características químicas do solo da área experimental foram determinadas, em amostra composta, e formadas a partir da amostragem de vinte subamostras na camada de 0-20 cm de profundidade. Os resultados para a camada superficial (0,00-0,20 m) foi: pH - 4,53; matéria orgânica do solo (MOS) - 16,7 g dm⁻³; P (Mehlich) - 0,54 mg dm⁻³; K, Ca, Mg e Al trocável (cmol_c dm⁻³) - 0,08, 0,82, 0,24 e 0,35; H+Al - 4,00 cmol_c dm⁻³; soma de bases (SB) - 1,14 cmol_c dm⁻³; capacidade efetiva de troca catiônica (CTC_e) - 1,49 cmol_c dm⁻³; CTC total - 5,17 cmol_c dm⁻³; saturação por base (V%) - 23; saturação por alumínio (m%) - 24.

Na condução do experimento, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos: 1) Aplicação do inseticida sistêmico do grupo químico dos neonicotinoides – IMIDACLOPRIDO 700 g kg⁻¹, nome comercial Evidence® 700WG (150 g p.c. ha⁻¹, 500 L ha⁻¹ de calda); 2) Testemunha: água; e 3) Aplicação de calda (extrato aquoso) de cunhã (50 e 100 g L⁻¹ de água, 500 L ha⁻¹ de calda). Em razão da aleatorização das parcelas experimentais do feijão-caupi na área de cultivo da *Brachiaria ruziziensis*, empregou-se diferentes números de repetição, totalizando 29 parcelas experimentais.

A parcela experimental foi representada por todas as plantas da linha de cultivo do feijão-caupi (9 m), deixando-se após desbaste 6 plantas por metro. Para as variáveis de crescimento, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 2), em que o primeiro fator foi representado pelas aplicações das caldas e o segundo pela ausência ou presença do pulgão na planta. Para a variável percentagem de plantas com pulgão vivo nas folhas, hastes e/ou vagens, foi realizada a análise estatísticas apenas na avaliação feita aos 62 dias após o plantio (DAP).

For area preparation, 30 days before planting, dolomitic limestone was broadcast without soil tillage to raise base saturation to 80%, and agricultural gypsum was applied up to 200% of the gypsum requirement. Only planting fertilisation was performed, with urea (85 kg ha⁻¹ of N), triple superphosphate (40 kg ha⁻¹ of P₂O₅), and potassium chloride (50 kg ha⁻¹ of K₂O), applied broadcast before planting on 13 December 2024.

Cowpea was sown five DAP after *B. ruziziensis*, which was used as a physical barrier for the cowpea rows. Both were sown in furrows. The area was organised with 9 m cowpea rows interspersed with five rows of *B. ruziziensis* spaced 0.8 m apart. The cowpea rows were randomised across the entire cultivation area.

The cowpea cultivar used was UFRR-Grão Verde. This cultivar is preferred by *A. craccivora*, as noted by Bandeira *et al.* (2015). It belongs to the Germplasm Collection of the Department of Plant Science at CCA/UFRR, originating from genetic improvement work within the IT 86D-719 lineage from the International Institute of Tropical Agriculture (IITA - Ibadan, Nigeria) (CAMPOS *et al.*, 2010). It is characterised by being early-maturing, semi-erect, with high productivity of green pods and high-quality green grains, easy manual pod threshing, and low pod dehiscence in the field (ALVES *et al.*, 2009). Table 1 lists the events that will take place during the study.

The *Clitoria ternatea* solution was prepared 24 hours before each application, using the aerial parts of the plant, cultivar 'double flower' (Figure 1), cultivated in the experimental area of CCA/UFRR. After harvesting, the fresh aerial plant material was weighed on a precision scale (0.000 g) and blended in an industrial blender with deionised water at proportions of 50 and 100 g L⁻¹, homogenised, and left to rest for 24 hours. Before application, the solution was filtered through cotton fabric to prevent sprayer nozzle clogging. Applications were performed in the late afternoon using a manual backpack sprayer with a hollow cone nozzle, with an approximate flow rate of 500 L ha⁻¹ of solution.

Para o preparo da área, aos 30 dias antes do plantio fez-se a aplicação a lanço, sem revolvimento do solo, de calcário dolomítico para elevar a saturação por base até 80% e de gesso agrícola até 200% da necessidade de gessagem. Fez-se apenas adubação de plantio, com ureia (85 kg ha⁻¹ de N), superfosfato triplo (40 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e cloreto de potássio (50 kg ha⁻¹ de K₂O), realizada a lanço antes do plantio em 13 de dezembro 2024.

O feijão-caupi foi semeado cinco DAP da *B. ruziziensis*, empregada como barreira física as linhas do feijão-caupi. Ambas foram semeadas em sulcos. A área foi organizada com linhas de feijão-caupi (9 m) intercalada por 5 linhas de *B. ruziziensis* espaçadas de 0,8 m. As linhas de feijão-caupi foram aleatorizadas em toda área de cultivo.

A cultivar empregada do feijão-caupi foi a UFRR-Grão verde. Essa cultivar é considerada preferida pelo *A. craccivora*, conforme constatação de Bandeira *et al.* (2015). Essa cultivar pertence à Coleção de Germoplasma do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR, sendo oriunda dos trabalhos de melhoramento genético deste departamento, provenientes de seleções feitas dentro da linhagem IT 86D-719 do "International Institute of Tropical Agriculture" (IITA - Ibadan, Nigéria) (CAMPOS *et al.*, 2010). É caracterizada por ser precoce, de porte semi-ereto, apresentar alta produtividade de vagem verde e de grãos verdes de alta qualidade, além de apresentar facilidade de debulha manual da vagem verde e de ter baixo índice de deiscência das vagens secas no campo (ALVES *et al.*, 2009). A Tabela 1 lista os eventos que ocorreram durante o estudo.

O extrato aquoso da cunhã foi preparada 24 h antes de cada aplicação, empregando-se a parte aérea da planta de cunhã, flor dobrada (Figura 1), cultivada na área experimental do CCA/UFRR. Após colhidas, a matéria fresca da parte aérea das plantas era avaliada em balança (0,000 g) e batida em liquidificador industrial com água deionizada na proporção de 50 e 100 g L⁻¹, homogeneizadas e deixadas em descanso por 24 h. Antes da aplicação, a calda era passada em um tecido de algodão para não ocasionar entupimento do bico do pulverizador. A aplicação das caldas era realizada no final da tarde com o auxílio de bomba manual costal com bico de jato cônico vazio, estabelecendo um volume de aplicação aproximado de 500L ha⁻¹ de calda.

Table 1 - Date, days after planting (DAP) of cowpea, aphid count, application of solutions in experimental plots, and pod collection for assessment of weevil damage in grains

Tabela 1 - Data, dias após o plantio (DAP) do feijão-caupi, contagem de pulgões, aplicação das soluções nas parcelas experimentais e coleta de vagens para avaliação dos danos causados pelo gorgulho nos grãos

Data	DAP	Count aphid	Aplication of solutions
11/01/2025	18	1a	1a (Inseticide* and Aqueous Extract of <i>C. ternatea</i> L.)
13/01/2025	20	2a	-
18/01/2025	25	3a	-
23/01/2025	30	-	2a (Aqueous Extract of <i>C. ternatea</i> L.)
27/01/2025	34	4a	-
31/01/2025**	38	5a	-
06/02/2025***	44	6a	-
08/02/2025	46	-	3a (Inseticide* and Aqueous Extract of <i>C. ternatea</i> L.)
09/02/2025	47	7a	-
14/02/2025	52	8a	-
24/02/2025	62	9a	-
24 a 02/03/2025	62 a 68	Harvesting of dry pods ****	

*Evidence® 700WG Insecticide (150 g a.i. ha⁻¹, solution 500 L ha⁻¹) (Systemic insecticide from the neonicotinoid chemical group – IMIDACLOPRID 700 g kg⁻¹); **Cowpea plants at the beginning of flowering and ***plants in full flowering; ****Mature pods harvested from all plants in the plot to assess pod length, number of grains per pod, grain weight, and symptoms of weevil attack, *Chalcodermus bimaculatus*, in the grains.

*Inseticida Evidence® 700WG (150 g i.a. ha⁻¹ solução 500 L ha⁻¹) (Inseticida sistêmico do grupo químico neonicotinoide – IMIDACLOPRID 700 g kg⁻¹); **Plantas de feijão-caupi no início da floração e ***plantas em plena floração; ****Vagens maduras colhidas de todas as plantas na parcela para avaliar o comprimento da vagem, número de grãos por vagem, peso do grão e sintomas de ataque do gorgulho, *Chalcodermus bimaculatus*, nos grãos.

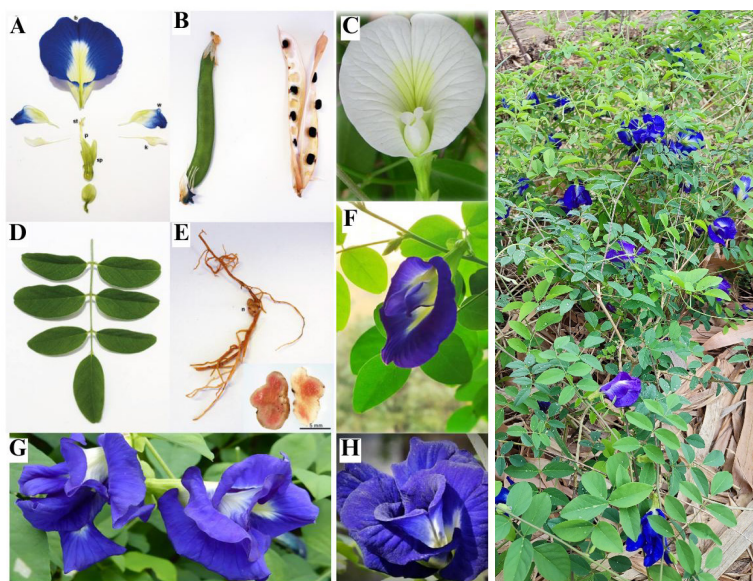


Figure 1 - The flower (A and C) of *C. ternatea* is composed of the stamen (st), pistil (p), sepals (sp), and corolla. The corolla consists of five petals (G): one standard (b), two wings (w, F and H), and two keels (k). *C. ternatea* has pinnate compound leaves (D), flattened and pointed pods (B), and roots (E) that produce nodules (I). Overview of the plant. Source: adapted from Oguis *et al.* (2019).

Figura 1 - A flor (A e C) de *C. ternatea* é composta pelo estame (st), pistilo (p), sépalas (sp) e corola. A corola consiste em cinco pétalas (G): um estandarte (b), duas asas (w, F e H) e duas quilhas (k). *C. ternatea* possui folhas (D) compostas pinadas, vagens (B) achatadas e pontiagudas, e raízes (E) que produzem nódulos (I). Visão geral da planta. Fonte: adaptado de Oguis *et al.* (2019).

The *Clitoria ternatea* solution was applied at three phenological stages. The first application was at 18 DAP (V3 stage) using half the concentration (50 g L^{-1}), the second at 30 DAP, and the third at 46 DAP (full flowering) with the full concentration (100 g L^{-1}). The Evidence® 700WG insecticide was applied at 18 and 46 DAP, prepared at the time of spraying with deionised water at a dose of 150 g of commercial product (a.i.) per hectare. Control plots received only water, without application of solutions or insecticides.

At 25 DAP, seven days after the first application of the solutions (insecticide and *Clitoria ternatea*), the following variables were assessed in ten randomly selected plants in the centre of the experimental plot: plant height (PH - cm), measured from soil level to the insertion of the last developed leaf below the developing apical leaf; length of the central leaflet (LCL - cm); and width of the central leaflet (WCL - cm) of the last developed leaf (Figure 2). Before and after solution applications, the presence of aphids (nymphs and adults) was assessed in all plants in the plot, determining the variable: percentage of plants with live aphids on leaves, stems, and/or pods.

O extrato aquoso de cunhã foi aplicado em três estádios fenológicos. A primeira aplicação foi realizada aos 18 DAP (V3) utilizando metade da concentração (100 g L^{-1}), a segunda aos 30 DAP, e a terceira aos 46 DAP (florescimento pleno) com a concentração total (100 g L^{-1}). O inseticida Evidence® 700WG foi aplicado aos 18 e 46 DAP, sendo preparado no momento da pulverização com água deionizada na dosagem de 150 g do produto comercial (p.c.) por hectare. As testemunhas receberam apenas água, sem aplicação de caldas ou inseticidas.

Aos 25 DAP e 7 dias após a primeira aplicação das caldas (inseticida e cunhã) fez-se a avaliação, em dez plantas selecionadas ao acaso no centro da parcela experimental, das seguintes variáveis: Altura da planta (AP - cm), medida do nível do solo à inserção da última folha desenvolvida situada logo abaixo da folha ainda em desenvolvimento do ápice da planta; Comprimento do folíolo central (CFC - cm); e Largura do folíolo central (LFC - cm) da última folha desenvolvida (Figura 2). Antes e após as aplicações das caldas fez-se a avaliação da presença de pulgão (formas jovens e adultos) em todas as plantas da parcela, determinando-se a variável: Percentagem de plantas com pulgão vivo nas folhas, hastes e/ou vagens.

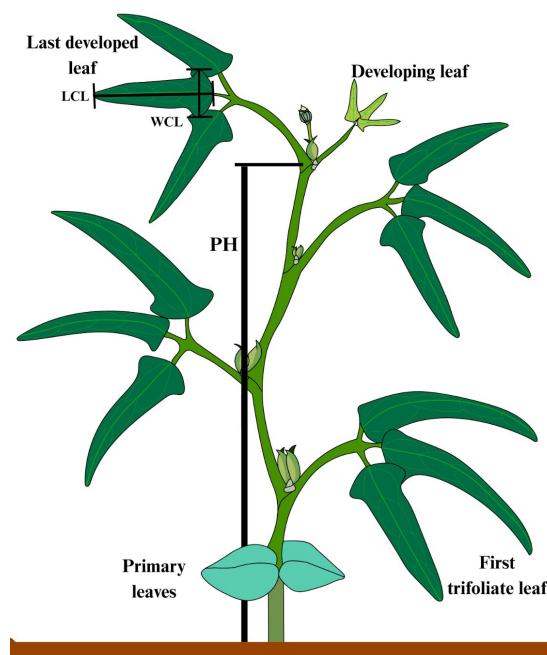


Figure 2 - Plant height (PH), length (LCL), and width (WCL) of the central leaflet of the last developed leaf of cowpea plants, cv. UFRR-Grão Verde. Source: Natália Ribeiro de Almada.

Figura 2 - Altura da planta (AP), comprimento e largura do folíolo central (CFC e LFC) da última folha desenvolvida da planta de feijão-caupi, cv. UFRR Grão verde. Fonte: Natália Ribeiro de Almada.

When plants had mature (dry) pods, pod collection was performed (62 and 68 DAP), assessing in a sample of 20 pods per plot the following variables: length (cm) of dry pods; number of grains per pod; number of undeveloped grains per pod; percentage of grains with symptoms of cowpea weevil attack (Figure 3); and weight (g) of grains from 20 pods, with 13% moisture content.

All data were subjected to analysis of variance (F-test), and significant results were subjected to the Tukey test ($p \leq 0.05$). Count variables, which do not have constant variance or normal distribution, did not meet the assumptions required for the F-test. Thus, these data were transformed using the square root of $(x+1)$ for each observation.

Quando as plantas apresentaram vagens maduras (secas), fez-se a coleta das vagens (62 e 68 DAP), avaliando-se em uma amostra de 20 vagens de cada parcela, as seguintes variáveis: Comprimento das vagens secas (cm); Número de grãos por vagem; Número de grãos não desenvolvidos por vagem; Percentagem de grãos com sintomas de ataque do manhoso (Figura 3); e, Massa, em gramas, dos grãos das 20 vagens, com umidade de 13%.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), os resultados significativos foram submetidos ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As variáveis de contagem não possuem variância constante nem distribuição normal, sendo assim, não atende as pressuposições exigidas para realizar o teste de F. Desta forma, para analisar estes dados, foi extraída a raiz quadrada de $(x+1)$ de cada observação.

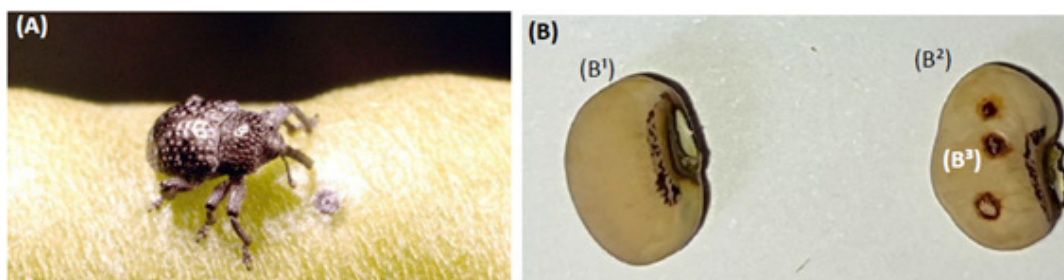


Figure 3 - (A) Cowpea weevil on cowpea pod, (B¹) healthy grain, (B²) grain attacked by cowpea weevil, and (B³) symptoms of attack on grains of the cultivar UFRR-Grão Verde. Source: (A) Adapted from <https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1435109>, (B¹ and B²): Author's own.

Figura 3 - (A) Manhoso na vagem do feijão-caupi, (B¹) grão sadio, (B²) grão atacado pelo Manhoso e (B³) sintomas de ataque no grão da cultivar UFRR-Grão verde. Fonte: (A) Adaptado de <https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1435109>, (B¹ e B²): Autoral.

RESULTS AND DISCUSSION

The height of cowpea plants, cv. UFRR-Grão Verde, at 25 DAP and seven days after the application of *Clitoria ternatea* and Evidence[®] 700WG insecticide solutions, was greater in plants without the presence of black aphid (*A. craccivora*), with the highest plant height (13.6 cm) observed in plants treated with Evidence[®] (Table 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas do feijão-caupi, cv. UFRR-Grão verde, aos 25 DAP e aos sete dias após a aplicação do extrato aquoso de cunhã e do inseticida Evidence[®] 700WG, foi maior nas plantas que não tinham a presença do pulgão-preto (*A. craccivora*), destacando-se maior altura de planta (13,6 cm) nas plantas tratadas com Evidence[®] (Tabela 2).

Table 2 - Plant height (AP), width (LFC), and length of the central leaflet (CFC) of cowpea plants at 25 days after planting, with and without aphid presence (SP and CP), subjected to treatments with applications of aqueous extract of Cunhã, the insecticide Evidence®, and the control

Tabela 2 - Altura da planta (AP), largura (LFC) e comprimento do folíolo central (CFC) de plantas de feijão-caupi, aos 25 dias após o plantio, sem e com presença de pulgão (SP e CP), submetidas aos tratamentos com aplicações de extrato aquoso de Cunhã, do inseticida Evidence® e da testemunha

Tratamentos	AP		LFC		CFC	
	SP	CP	SP	CP	SP	CP
	(cm)					
Inseticide	13.60 a	-	3.18 a	-	10.25 a	-
Control	12.40 b A	10.95 a B	3.21 a A	2.06 b B	10.32 a A	7.62 b B
Aqueous Extract of <i>C. ternatea</i> L. solution	12.97 ab A	11.31 a B	3.00 a A	2.56 a B	10.86 a A	10.39 a B
Mean	12.99 A	11.13 B	3.13 A	2.31 B	10.48 A	9.01 B
CV (%)	19.14	27.67	20.63			

Means followed by the same lowercase letter in the column and uppercase letter in the row do not differ from each other at a 5% significance level according to the Tukey test.

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

The reduction in the height of cowpea plants due to black aphid attack was determined by Lourenço *et al.* (2018) as a consequence of sap suction by aphids, resulting in lower nutrient availability for vegetative development. This impact can compromise plant vigor, causing leaf deformations (Figure 4), leading to a reduction in the photosynthetic rate, directly affecting their growth.

A redução na altura das plantas de feijão-caupi pelo ataque do pulgão-preto foi determinada por Lourenço *et al.* (2018) como consequência à sucção de seiva pelos afídeos, resultando em menor disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento vegetativo. Esse impacto pode comprometer o vigor das plantas, ocasionando deformações foliares (Figura 4) levando a redução da taxa fotossintética, afetando diretamente seu crescimento.

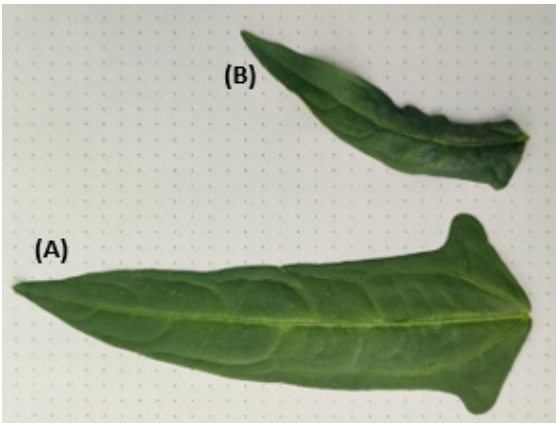


Figure 4 - Comparison between non-infested (A) and infested (B) central leaflets by the black aphid (*Aphis craccivora*) in cowpea plants, cv. UFRR-Grão Verde, collected at 28 DAP.

Figura 4 - Comparação entre folíolos central não infestado (A) e infestado (B) pelo pulgão-preto (*Aphis craccivora*), em plantas de feijão-caupi, cv. UFRR-Grão Verde, coletados aos 28 DAP.

The width of the central leaflet (LFC) of the most developed last leaf was lower in the control plants with aphid presence (2.06 cm) compared to the average of plants treated with Aqueous Extract of *C. ternatea* L. (2.56 cm) in plants with aphids (Table 2). The use of Aqueous Extract of *C. ternatea* L. helped minimize aphid attack on cowpea plants. Considering the average LFC of 3.13 cm, the use of Aqueous Extract of *C. ternatea* L. maintained LFC integrity at 82%, while the control was at 66%.

The length of the central leaflet (CFC) was 7.62 cm in control plants with aphid presence, lower than the CFC of plants treated with Aqueous Extract of *C. ternatea* L. (10.39 cm) (Table 2). The CFC in plants without aphids did not differ, indicating that the barrier of plants formed by *B. ruziziense* was effective in protecting against the studied effects. Considering the average CFC of 10.48 cm, the absence of aphid control reduced the CFC by 27.3%, resulting in a loss of leaf area.

Based on phenological data, the use of Aqueous Extract of *C. ternatea* L. should be considered as an alternative to chemical products for producers with limited access to technical assistance, financial constraints, or those who prefer more natural agriculture. Thus, the Aqueous Extract of *C. ternatea* L. maintained CFC similar to the insecticide treatment, possibly due to the composition of secondary compounds with repellent or antifeedant action (DUTRA *et al.*, 2020). In Australia, the bioinsecticide from *C. ternatea* is already registered as Sero-X®, a natural pesticide (OGUIS *et al.*, 2019). This bioactivity is hypothetically attributed to the presence of a class of insecticidal peptides called cyclotides (JENNINGS *et al.*, 2001).

The reduced expansion of leaflets in infested plants (Figure 4) can be explained by the feeding habits of aphids. Aphids prefer developing plant tissues, which have a higher concentration of nutrients and lower lignification, making them more susceptible to sap suction and impaired leaf development. As phloem-feeding insects, they live on new shoots, sucking sap in colonies, and depending on the infestation level, cause deformations leading to leaf wrinkling (GALLO *et al.*, 2002; BANDEIRA *et al.*, 2015).

A largura do folíolo central (LFC) da última folha mais desenvolvida foi inferior nas plantas da testemunha com a presença de pulgão (2,06 cm) e inferior à média das plantas tratadas com extrato aquoso de cunhã (2,56 cm) nas plantas com pulgão (Tabela 2). O uso de extrato aquoso de cunhã contribuiu para minimizar o ataque do pulgão nas plantas do feijão-caupi. Considerando a média da LFC de 3,13 cm, verifica-se que o uso do extrato aquoso de cunhã promoveu a integridade da LFC em 82%, enquanto a testemunha foi de 66%.

O comprimento do folíolo central (CFC) foi de 7,62 cm nas plantas da testemunha, com presença de pulgão, inferior ao CFC das plantas tratadas com extrato aquoso de cunhã (10,39 cm) (Tabela 2). O CFC nas plantas sem pulgão não diferiu, indicando que a barreira de plantas formadas pela *B. ruziziense* foi efetiva na proteção dos efeitos estudados. Considerando a média de CFC de 10,48 cm, tem-se que ausência de controle do pulgão reduziu o CFC em 27,3%, implicando em perda de área foliar.

Com base nos resultados dos dados fenológicos, o uso do extrato aquoso de cunhã é uma alternativa ao produto químico, sobretudo para produtores que tem limitação de acesso à assistência técnica, restrição financeira ou opte por uma agricultura mais natural. Assim, o extrato aquoso de cunhã manteve o CFC semelhante ao tratamento com inseticida, possivelmente pela composição de compostos secundários com ação repelente ou antialimentar (DUTRA *et al.*, 2020). Na Austrália já há registro do bioinseticida de *C. ternatea*, como Sero-X®, um pesticida natural (OGUIS *et al.*, 2019). Essa bioatividade é hipoteticamente atribuída à presença de uma classe de peptídeos inseticidas chamados ciclotídeos (JENNINGS *et al.*, 2001).

A menor expansão dos folíolos nas plantas infestadas (Figura 4) pode ser explicada pelo hábito alimentar dos pulgões. O pulgão possui preferência por tecidos vegetais ainda em desenvolvimento, justamente por apresentarem maior concentração de nutrientes e menor lignificação, tornando-os mais suscetíveis à sucção de seiva e ao comprometimento do desenvolvimento foliar. Por serem fítofagos vivem nos brotos novos sugando seiva em colônias, onde, a depender da infestação, causam deformações levando ao encarquilhamento (GALLO *et al.*, 2002; BANDEIRA *et al.*, 2015).

Evaluations of aphid behavior throughout the cowpea cycle, before and after treatment applications, are shown in Figure 5. It was observed that before the first application (18 DAP), aphids were already dispersed throughout the cultivation area, with an average of 7.35% of plants infested with aphids. In the first evaluation (18 DAP), 3.57% of the plants subjected to the control treatment were affected by aphids, peaking at 14.52% at 25 DAP. There was a decline to 11.9% of plants at 34 DAP, remaining until pod formation with an average of 13.57% of plants infested. Overall, there was a linear increasing trend in the percentage of attacked plants (Figure 5).

In plants treated with insecticide, aphid control was effective. However, at 44 DAP, aphids appeared on 1.85% of plants (Figure 5). At 46 DAP, a second insecticide application was performed, controlling these insects within two days. Therefore, a single insecticide application at 18 DAP was sufficient for aphid control, with another application recommended during full flowering of cowpea to control pod and grain pest insects.

As avaliações no comportamento do pulgão ao longo do ciclo do feijão-caupi, antes e após as aplicações dos tratamentos, estão representadas na Figura 5. Observa-se que antes da primeira aplicação (18 DAP) já existia pulgões dispersos em toda área de cultivo, com média de 7,35% plantas com pulgão. Na primeira avaliação (18 DAP), 3,57% das plantas submetidas ao tratamento testemunha estavam acometidas por pulgão, com pico de 14,52% aos 25 DAP. Houve queda para 11,9% das plantas aos 34 DAP, permanecendo até a formação das vagens com média de 13,57% de plantas infestadas. De modo geral, com tendência linear crescente da porcentagem de plantas atacadas (Figura 5).

Nas plantas tratadas com inseticida, o controle do pulgão foi eficiente. Mas, aos 44 DAP há surgimento de pulgão em 1,85% plantas (Figura 5). Aos 46 DAP foi realizada a segunda aplicação do inseticida, com o controle desses insetos após dois dias. Portanto, uma aplicação do inseticida aos 18 DAP foi suficiente para o controle do pulgão, recomendando-se outra aplicação no pleno florescimento do feijão-caupi para controle sobretudo dos insetos-praga de vagens e grãos.

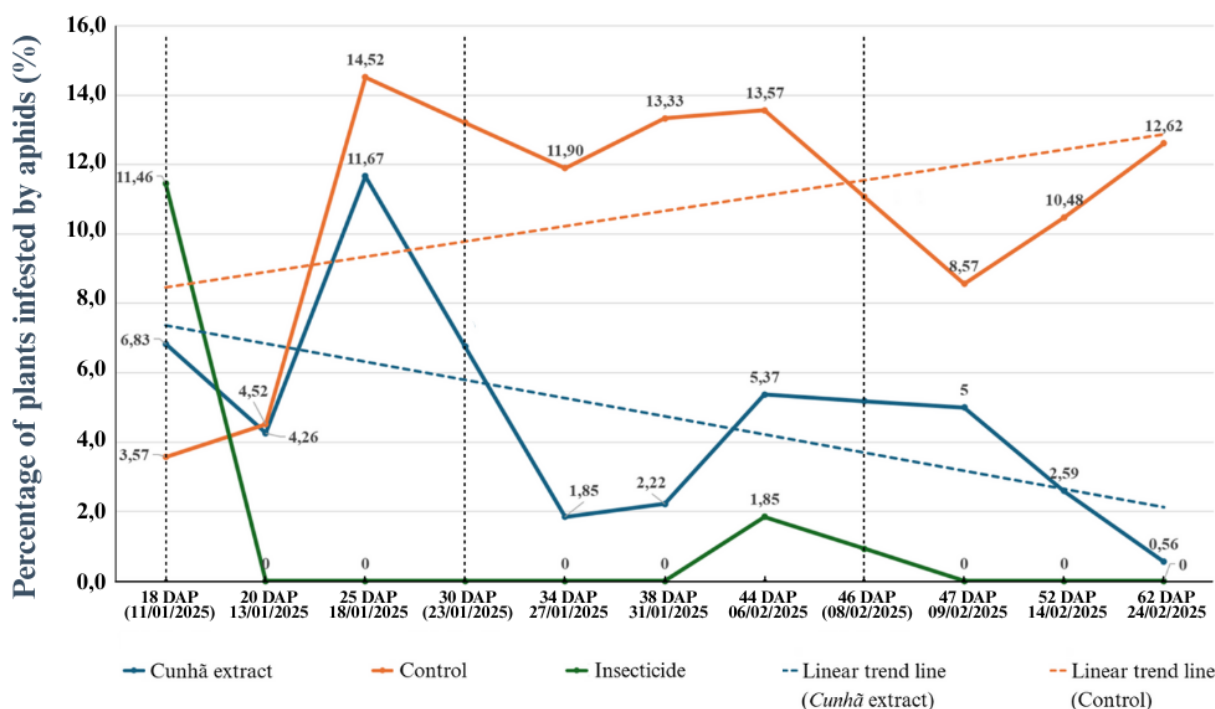


Figure 5 - Percentage of plants infested by aphids (*Aphis craccivora*) before and after applications of treatments (aqueous extract of Cunhã, the control and the insecticide Evidence®), in cowpea plants, cv. UFRR-Grão verde, from 18 days after planting (DAP), in the savannah of Roraima.

Figure 5 - Percentagem de plantas infestadas por pulgões (*Aphis craccivora*) antes e após a aplicação dos tratamentos (extrato aquoso de Cunhã, da testemunha e do inseticida Evidence®) em plantas de feijão-caupi, cv. UFRR-Grão verde, a partir de 18 dias após o plantio, na savana de Roraima.

In the treatment with aqueous extract of *C. ternatea* L., there was a decrease in the percentage of aphid-infested plants. Before the first application, 6.83% of plants were infested with aphids, dropping to 4.26% two days after the first application. At 25 DAP, or seven days after the first extract of *C. ternatea* L. application, the percentage of plants with aphids increased to 14.67%. After the second application (30 DAP), the number of infested plants dropped to 1.85%. Therefore, the aqueous extract of *C. ternatea* L. should be applied at a concentration of 100 g L⁻¹ from the initial phase, as the reduced dose of 50 mg L⁻¹ allowed the survival of some aphids, which led to proliferation in the subsequent phase.

Several studies have demonstrated the potential of bioactive compounds present in various plants (*Piper aduncum* (Piperaceae), *Carica papaya* (Caricaceae) and *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae)) with insecticidal action, inhibiting the feeding and development of aphids, with mortality rates above 80% (DUTRA *et al.*, 2020). In the Fabaceae family, the species *Derris urucu* stands out with the presence of rotenone (FAZOLIN; ESTRELA; ARGOLO, 2002). And in *C. ternatea*, the presence of a class of insecticidal peptides called cyclotides (JENNINGS *et al.*, 2001).

During the experiment monitoring, ants were observed actively circulating on the plants, especially near aphid colonies (Figure 6). The increase in aphid infestation at 25 DAP may be directly related to the presence of ant colonies dispersed throughout the planting area. As reported by Wu *et al.* (2014), ants establish a symbiotic relationship with aphids, protecting them from environmental adversities in exchange for the secretion of honeydew, a sugary substance that promotes the growth of sooty mold (*Capnodium* sp.), a dark fungal layer that covers the leaves, reducing the plant's photosynthetic rate and compromising its development (SILVA *et al.*, 2019). Thus, the resurgence in aphid population growth may have been intensified due to the lack of ant control, which likely reintroduced aphids to the plants, contributing to the increased infestation observed at 25 DAP.

No tratamento com extrato aquoso de cunhã houve decréscimo na percentagem de plantas infestadas por pulgão. Antes da primeira aplicação, 6,83% das plantas apresentaram-se infestadas por pulgão, caindo para 4,26 % dois dias após a primeira aplicação. Aos 25 DAP, ou sete dias após a primeira aplicação do extrato de cunhã, a percentagem de planta com pulgão cresceu para 14,67%. Após a segunda aplicação (30 DAP), o número de plantas infestadas caiu para 1,85%. Portanto, o extrato aquoso de cunhã, desde a fase inicial deve ser feita na concentração de 100 g L⁻¹, haja vista que a dose reduzida de 50 mg L⁻¹ permitiu a sobrevivência de alguns pulgões que promoveram a proliferação na fase posterior.

Diversos estudos vêm demonstrando o potencial dos compostos bioativos presentes em diversas plantas (*Piper aduncum* (Piperaceae), *Carica papaya* (Caricaceae) e *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae)) com ação inseticida, inibindo a alimentação e o desenvolvimento de afídeos, com taxas de mortalidade superiores a 80% (DUTRA *et al.*, 2020). Na família Fabaceae tem-se o destaque da espécie *Derris urucu* com presença de rotenona (FAZOLIN; ESTRELA; ARGOLO, 2002). E na *C. ternatea*, há presença de uma classe de peptídeos inseticidas chamados ciclotídeos (JENNINGS *et al.*, 2001).

Durante o monitoramento do experimento, foram observadas formigas circulando ativamente nas plantas, especialmente próximas a colônias de pulgões (Figura 6). O aumento da infestação de pulgões aos 25 DAP pode estar diretamente relacionado à presença de colônias de formigas dispersas em toda a área de plantio. Conforme relatado por Wu *et al.* (2014), as formigas estabelecem relação simbiótica com os pulgões, protegendo-os contra adversidades do ambiente em troca da secreção de *honeydew*, substância açucarada que favorece o crescimento da fumagina (*Capnodium* sp.), camada escura de fungos que recobre as folhas, reduzindo a taxa fotossintética da planta e comprometendo seu desenvolvimento (SILVA *et al.*, 2019). Assim, a retomada no crescimento populacional de pulgões pode ter sido intensificada devido à ausência do controle das formigas, que, provavelmente, reintroduziram os pulgões nas plantas, contribuindo para o aumento da infestação observado aos 25 DAP.



Figure 6 - Mutualistic interaction between ants and a colony of black aphids (*Aphis craccivora*) on a cowpea plant, cv. UFRR-Grão Verde. Source: Authorial.

Figura 6 - Interação mutualística entre formigas e colônia de pulgões-preto (*Aphis craccivora*) em planta de feijão-caupi, cv. UFRR-Grão Verde. Fonte: Autoral.

With the increase in the concentration of the extract of *C. ternatea* L. (100 g L^{-1}), applied at 25 and 30 DAP, there was a reduction in the pest infestation in a linear decreasing manner, from 11.67% to 0.56% of plants with aphids, in the green pod stage (Figure 5), with no presence of shriveled leaves with symptoms of aphid attack being detected, nor the presence of aphid colonies in the green pods, as occurred in the controls. These results are corroborated by the findings of Jennings *et al.* (2001) and Oguis *et al.* (2019).

As reported in the literature, the UFRR-Grão Verde cultivar is highly susceptible to aphid attack (BANDEIRA *et al.*, 2015; MELVILLE *et al.*, 2016). This aspect supports the intercropping with *B. ruziziensis* as an excellent barrier in the dispersion of treatments and in reducing the intensity of pest infestation, justifying the absence of severe symptoms such as leaf and pod deformation and the presence of sooty mold (*Capnodium* sp.).

In the final aphid evaluation, conducted at 62 DAP, it was found that both the extract of *C. ternatea* L. and the insecticide were effective in controlling *A. craccivora*, with less than 0.6% of plants showing aphid presence, differing from the control with 12.62% (Table 3). It is noteworthy that the insecticide was efficient in controlling cowpea aphids throughout the plant's cycle.

Com o aumento da concentração do extrato de cunhã (100 g L^{-1}), aplicada aos 25 e 30 DAP, houve redução da infestação da praga de forma linear decrescente, de 11,67% para 0,56% de plantas com pulgão, na fase de vagens verdes (Figura 5), não sendo detectada presença de folhas encarquilhadas com sintomas de ataque do pulgão e nem a presença de colônias do pulgão nas vagens verdes, como ocorreu nas testemunhas. Esses resultados são corroborados pelos achados de Jennings *et al.* (2001) e Oguis *et al.* (2019).

Como relatado na literatura, a cultivar UFRR-Grão verde tem alta suscetibilidade ao ataque do pulgão (BANDEIRA *et al.*, 2015; MELVILLE *et al.*, 2016). Esse aspecto vem corroborar com o cultivo intercalar da *B. ruziziensis* como possível barreira na dispersão dos tratamentos, tornando a aplicação mais efetiva e localizada nas plantas de feijão-caupi, possibilitando o efeito mais efetivo do extrato da cunhã na redução da intensidade da infestação da praga, ausência de sintomas severos, como deformação de folhas e vagens e presença de fumagina (*Capnodium* sp.).

Na última avaliação do pulgão, realizada aos 62 DAP, verificou-se que o extrato de cunhã e o inseticida foram eficientes no controle do *A. craccivora*, apresentado menos de 0,6 % das plantas com a presença do pulgão, diferindo da testemunha com 12,62 % (Tabela 3), ressalta-se que o inseticida se mostrou eficiente no controle do pulgão do feijão-caupi em todo ciclo da planta.

Table 3 - Percentage of aphid-infested cowpea plants at 62 days after planting, subjected to insecticide, aqueous extract of *C. ternatea* L. and insecticide treatments

Tabela 3 - Percentual de plantas de feijão-caupi infestadas por pulgões aos 62 dias após o plantio, submetidas a tratamentos com inseticida, extrato aquoso de *Clitoria ternatea* L. e combinações com inseticida

Treatments	% of plants infested by aphids at 62 DAP*
Insecticide subjected	0.00 a
Control	12.62 b
Aqueous Extract of <i>C. ternatea</i> L.	0.56 a

Means followed by the same letter do not differ statistically from each other according to the Tukey test ($p \leq 0.05$). For statistical analysis purposes, the data were transformed to the square root of $x+1$.

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para efeito de análise estatística os dados foram transformados para Raiz quadrada de $x+1$.

The aqueous extract of *C. ternatea* L., despite allowing some aphid forms to survive on the plant, may favor beneficial entomofauna associated with the cowpea crop that uses aphids as food. The compounds quercetin, kaempferol, and myricetin present in cunhã exhibit relevant biological activities, including repellent action against insects and protective effects against environmental stresses (NASCIMENTO *et al.*, 2021), justifying the action of its solution as an insecticide for *A. craccivora* in cowpea. A study showed that the peptide fractions from cunhã leaves had greater potency in permeabilizing lipid membranes similar to those of insects, while the peptide fractions from the roots were less active, presumably because the roots are less vulnerable to attack by chewing insects (GILDING *et al.*, 2015).

The pods harvested from plants treated with insecticide had an average length of 17.27 cm, higher than the other treatments, which did not differ statistically (Figure 7). The number of grains per pod was also higher (13 grains per pod), with no significant differences found between the number of grains from plants treated with extract of *C. ternatea* L. (10.4 grains per pod) and the control (9.7 grains per pod).

O extrato aquoso de cunhã, apesar de ainda deixar algumas formas do pulgão viva na planta, pode favorecer a entomofauna benéfica associada à cultura do feijão-caupi que usa o pulgão como alimento. Os compostos quercetina, campferol e miricetina presentes na cunhã apresentam atividades biológicas relevantes, incluindo ação repelente contra insetos e efeito protetor contra estresses ambientais (NASCIMENTO *et al.*, 2021), sugerindo a ação da sua calda como inseticida para *A. craccivora* no feijão-caupi. Estudo mostrou que as frações de peptídeos das folhas da cunhã apresentaram maior potência em permeabilizar membranas lipídicas semelhantes às de insetos, enquanto as frações de peptídeos das raízes foram menos ativas, presumivelmente porque as raízes são menos vulneráveis ao ataque de insetos mastigadores (GILDING *et al.*, 2015).

As vagens colhidas das plantas tratadas com inseticida tiveram comprimento médio de 17,27 cm, superior aos demais tratamentos, que não se diferenciaram estatisticamente (Figura 7). O número de grãos por vagem foi, também, superior (13 grãos por vagem), não sendo verificada diferenças significativas entre número de grãos das plantas tratadas com extrato de cunhã (10,4 grãos por vagem) e a testemunha (9,7 grãos por vagem).

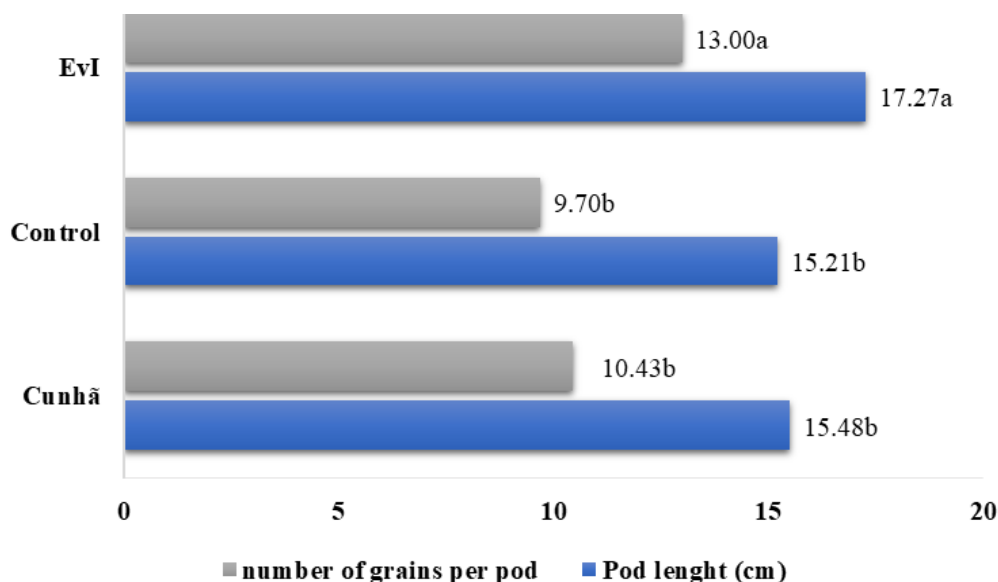


Figure 7 - Number of grains per pod and pod length of cowpea plants, cv. UFRR-Grão Verde, subjected to treatments with applications of insecticide (EvI), the control and the aqueous extract of Cunha.

Means followed by the same letter do not differ significantly from each other according to Tukey's test ($p \leq 0.05$), within each variable.

Figura 7 - Número de grãos por vagem e comprimento da vagem de plantas de feijão-caupi, cv. UFRR-Grão Verde, submetidas aos tratamentos com aplicações do inseticida (EvI), da testemunha e do extrato aquoso de Cunha.

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), dentro de cada variável.

The number of undeveloped grains per pod (6%) and the percentage of grains attacked by the stinging insecticide (14.86%) were lower in plants treated with the insecticide. These variables did not differ statistically between the treatments treated with extract of *C. ternatea* L. and the control (Figure 8). In Figure 9, the variable grain mass of 20 pods was higher in the treatment with the use of the insecticide (45.62 g), with no significant difference for the treatments with extract of *C. ternatea* L. (33.64 g) and control (32.65 g).

The efficiency of manhoso control by the insecticide was more evident in the 100-grain weight, reaching 21.08 g, which implies a reduction in pest damage of approximately 4 g per 100 grains. Therefore, a single insecticide application at full flowering of cowpea effectively controls *C. bimaculatus*. The other treatments showed no significant differences. Thus, the extract of *C. ternatea* L. spray at 100 g L⁻¹ is not effective for manhoso control.

O número de grãos não desenvolvidos por vagem (6%) e a percentagem de grãos atacados por manhoso (14,86%) foram inferiores nas plantas tratadas com o inseticida. Essas variáveis tratadas com extrato de cunhã e testemunha não se diferenciaram estatisticamente (Figura 8). Na Figura 9, a variável massa de grãos de 20 vagens foi superior no tratamento com o uso do inseticida (45,62 g), não havendo diferença significativa para os tratamentos com extrato de cunhã(33,64 g) e testemunha (32,65 g).

A eficiência no controle do manhoso pelo inseticida, foi mais evidente na massa de 100 grãos, obtendo-se 21,08 g, implicando em redução no ataque de, aproximadamente, 4 g na massa de 100 grãos. Portanto, uma aplicação do inseticida por ocasião do pleno florescimento do feijão-caupi controla o *C. bimaculatus*. Os demais tratamentos indicaram semelhança estatística. Logo, o extrato de cunhã, 100 g L⁻¹, nas condições do presente estudo, não apresentaram efeitos significativos para o controle do manhoso.

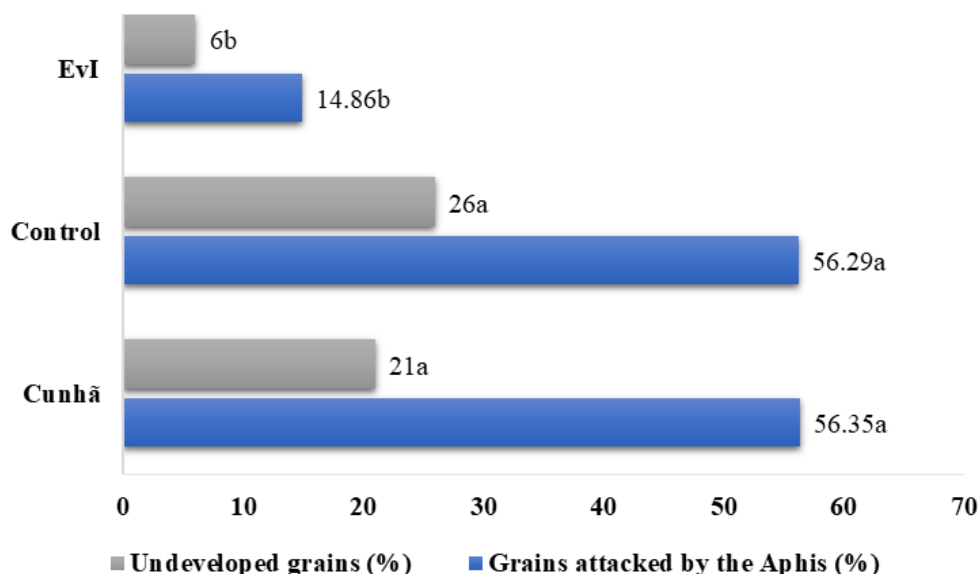


Figure 8 - Percentage of undeveloped grains and grains attacked by *Aphis* in cowpea plants subjected to treatments with applications of insecticide, the control and the aqueous extract of Cunha. Means followed by the same letter do not differ significantly from each other according to Tukey's test ($p \leq 0.05$), within each variable.

Figura 8 - Porcentagem de grãos não desenvolvidos e de grãos atacados por pulgão em plantas de feijão-caupi submetidas a tratamentos com aplicações do inseticida (EvI), da testemunha e do extrato aquoso de Cunha.

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), dentro de cada variável.

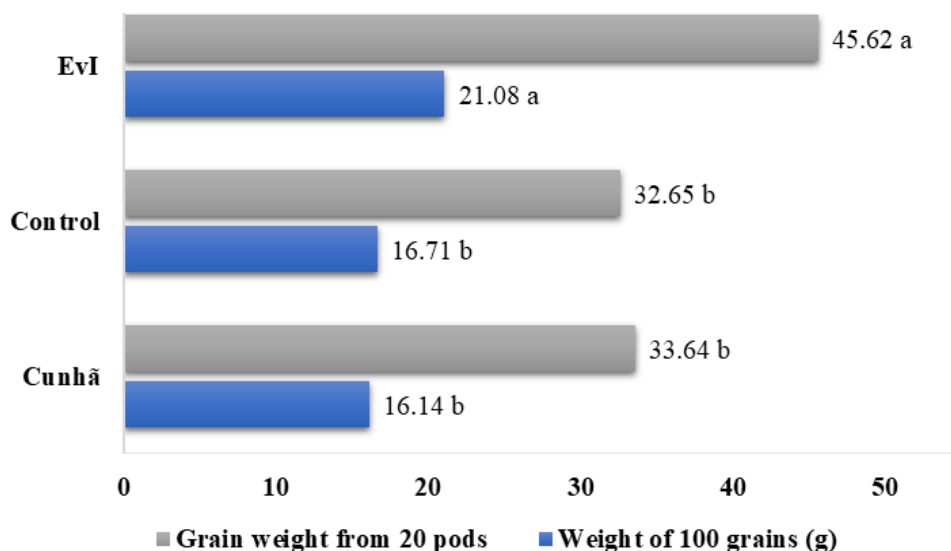


Figure 9 - Grain weight from 20 pods and weight of 100 grains, of cowpea plants, cv. UFRR-Grão Verde, subjected to treatments with applications of insecticide (EvI), the control and the aqueous extract of Cunha. Means followed by the same letter do not differ significantly from each other according to Tukey's test ($p \leq 0.05$), within each variable.

Figura 9 - Peso de grãos de 20 vagens e peso de 100 grãos, de plantas de feijão-caupi, cv. UFRR-Grão Verde, submetidas aos tratamentos com aplicações do inseticida (EvI), da testemunha e do extrato aquoso de Cunha.

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), dentro de cada variável.

The appropriate action threshold (AAT) for *manhoso* control in cowpea, as defined by Pinheiro *et al.* (2004), is 20 scars in a sample of dry grains from 10 pods. Applying this threshold to the sample size used in this study, the treatments without insecticide resulted in an average of 56 scars per grain sample - well above the AAT - leading to significant yield losses and reduced grain quality.

The adequate control level (ACL) for the cowpea weevil in cowpea was defined by Pinheiro *et al.* (2004) as a threshold of 20 scars in a sample of dry grains from 10 pods. Equating the same sample size with this study, an average of 56 scars was found in grains from treatments without insecticide, exceeding the ACL, with significant compromise to production and grain quality.

Although the UFRR-Grão Verde cultivar shows non-preference resistance for *C. bimaculatus* oviposition, with only 1.5% of grains scarred by *manhoso*, as reported by Lima *et al.* (2009) in Roraima savanna conditions, the present study indicates that this pest caused substantial damage to the grains of this cultivar when treatments were ineffective. This highlights the mandatory need for pest control measures, even when growing resistant cultivars.

The reduction in grain mass in untreated plants was due to the high percentage of grains damaged by *manhoso* (56.32%), resulting in a mass loss of 22.05%. Consequently, grain yield is lower in these plants, and the visual quality of the grains may reduce their market acceptance. It is estimated that the loss per ton of grains produced is 220.5 kg ha⁻¹ in unprotected plants.

Given the limitations observed in the efficacy of aqueous extract of *C. ternatea* L. for controlling *C. bimaculatus*, despite its effectiveness against *A. craccivora*, future studies should focus on developing more stable formulations, standardizing active compounds, and improving field persistence.

O nível adequado de controle (NCA) para o gorgulho do feijão-caupi foi definido por Pinheiro *et al.* (2004) como um limiar de 20 cicatrizes em uma amostra de grãos secos de 10 vagens. Igualando o mesmo tamanho de amostra com este estudo, uma média de 56 cicatrizes foi encontrada em grãos de tratamentos sem inseticida, excedendo o NCA, com comprometimento significativo da produção e da qualidade dos grãos.

O nível adequado para controle (NAC) do manhoso no feijão-caupi foi definido por Pinheiro *et al.* (2004) como sendo o limiar de 20 cicatrizes em uma amostra de grãos secos de 10 vagens. Fazendo-se uma equivalência do mesmo tamanho da amostra com esse estudo, verifica-se que nos tratamentos sem uso do inseticida foi encontrada média de 56 cicatrizes nos grãos, portanto superior ao NAC, com elevado comprometimento da produção e qualidade dos grãos.

Apesar da cultivar UFRR-Grão verde apresentar resistência do tipo não-preferência para oviposição do *C. bimaculatus* com 1,5% de grãos com cicatrizes causadas pelo manhoso, conforme constatado por Lima *et al.* (2009) em cultivos na savana de Roraima, o presente estudo indica que este inseto-praga causou danos elevados nos grãos desta cultivar, quando o tratamento não foi eficiente, havendo a necessidade obrigatória da adoção de medidas de controle dessa praga, mesmo que a cultivar demonstre resistência.

A redução da massa de grãos nas plantas que não receberam o tratamento pelo inseticida deveu-se ao percentual de grãos danificados pelo ataque do manhoso (56,32%), com perda de massa de 22,05%. Consequentemente, a produtividade de grãos nessas plantas é menor, além do aspecto visual do grão que pode retrainir a sua aquisição pelo mercado. Estima-se uma perda por cada tonelada de grãos produzida de 220,5 kg ha⁻¹, nas plantas não protegidas dessa praga.

Diante das limitações observadas na eficácia do extrato aquoso *C. ternatea* no controle do *C. bimaculatus* e sua atuação contra o *A. craccivora*, estudos futuros devem priorizar o desenvolvimento de formulações mais estáveis, com padronização dos princípios ativos e maior persistência no campo, utilizando diferentes extratores orgânicos.

It is also recommended to evaluate synergistic effects with other plant extracts or natural adjuvants and to determine more efficient concentrations and application intervals. Additionally, it is essential to investigate the selectivity of the extract or spray on beneficial entomofauna and soil microbiota, contributing to the development of sustainable strategies for integrated pest management in cowpea cultivation.

CONCLUSIONS

The aqueous extract of *Clitoria ternatea* L. at a concentration of 100 g L⁻¹ (fresh basis) is effective in controlling the black aphid, *Aphis craccivora*, in cowpea;

The insecticide Evidence® 700WG (IMIDACLOPRID 700 g kg⁻¹) (150 g p.c. ha⁻¹, 500 L ha⁻¹ of spray solution) was effective in controlling both *A. craccivora* and *C. bimaculatus* in cowpea, with two applications carried out at 25 DAP (V3 stage) and 46 DAP (full flowering).

Recomenda-se também a avaliação de sinergismos com outros extratos ou caldas de vegetais ou adjuvantes naturais, bem como a definição de concentrações e intervalos de aplicação mais eficientes. Além disso, é fundamental investigar a seletividade da calda ou extrato frente à entomofauna benéfica e à microbiota do solo, contribuindo para a consolidação de estratégias sustentáveis no manejo integrado de pragas do feijão-caupi.

CONCLUSÕES

O extrato aquoso de cunhã, *Clitoria ternatea* L., na concentração de 100 g L⁻¹ em base fresca é eficiente no controle do pulgão-preto, *Aphis craccivora*, do feijão-caupi;

O inseticida Evidence® 700WG (IMIDACLOPRIDO 700 g kg⁻¹) (150 g p.c. ha⁻¹, 500 L ha⁻¹ de calda) foi eficiente em controlar o *A. craccivora* e o *C. bimaculatus* do feijão-caupi, em duas aplicações realizadas aos 25 DAP (V3) e 46 DAP (florescimento pleno).

CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- ALVES, J. M. A.; ARAÚJO, N. P.; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SILVA, A. J.; RODRIGUES, G. S.; OLIVEIRA, D. C. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2009. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v3i1.243>
- ARAÚJO, M. S.; ARAGÃO, W. F. L.; SANTOS, S. P. D.; FREITAS, T. K. T.; SARAIVA, V. D. C.; DAMASCENOSILVA, K. J.; DIAS, L.; ROCHA, M. M. **Evaluation of adaptability and stability for iron, zinc and protein content in cowpea genotypes using GGE biplot approach**. *Heliyon*, n. 8, p. e11832, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11832>.
- BANDEIRA, H. F. S.; LIMA, A. C. S.; STRUCKER, A.; TRASSATO, L. B.; DIONISIO, L. F. S. Preferência do pulgão-preto e da cigarrinha-verde em diferentes genótipos de feijão-caupi em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 1, p. 79-85, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z1982-8470201500011998>.
- CAMPOS, E. S.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SANTOS, C. S. V. Características morfológicas e físicas de grãos secos e hidratados de cinco cultivares de feijão-caupi. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 4, n. 1, p. 34-41, 2010. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v4i1.242>.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da Safra de Grãos**, Brasília, DF, v. 12, safra 2024/25, n. 6, 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>.
- DUTRA, J. A. C.; GOMES, V. E. E.; BLEICHER, E.; MACEDO, D. X. S.; ALMEIDA, M. M. M. **Efficiency of botanical extracts against *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) nymphs in *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** *EntomoBrasilis*, v. 13: e910, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v13.e910>
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V; ARGOLO, V. Avaliação de plantas com potencial inseticida no controle da vaquinha-do-feijoeiro (*Cerotoma tingomarianus* Bechyné). Rio Branco: Embrapa Acre, 2002. 42 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP: FEALQ, 2002, 920p
- GILDING, E. K.; JACKSON, M. A.; POTH, A. G.; HENRIQUES, S. T.; PRENTIS, P. J.; MAHATMANTO, T.; CRAIK, D. J. Gene coevolution and regulation lock cyclic plant defence peptides to their targets. **New Phytologist**, v. 210, p. 717-730, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.13789>.
- JENNINGS, C.; WEST, J.; WAINE, C.; CRAIK, D.; ANDERSON, M. Biosynthesis and insecticidal properties of plant cyclotides: the cyclic knotted proteins from Oldenlandia affinis. **The Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, p. 10614-10619, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.191366898>
- KELEMU, S.; CARDONA, C.; SEGURA, G. Antimicrobial and insecticidal protein isolated from seeds of *Clitoria ternatea*, a tropical forage legume. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 42, p. 867-873, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2004.10.013>.
- LIMA, A. C. S.; ALVES, J. M. A.; CARVALHO, R. O.; MACIEL, F. C. S.; PINHO, A. G. S. Preferência para alimentação e oviposição do manhoso, *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler (Coleoptera: Curculionidae), em genótipos de feijão-caupi. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 99-105, 2009. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v3i2.312>.

LOURENÇO, V. R.; SOUZA, A. M.; FERREIRA, A. D. C. L.; BLEICHER, E.; BERTINI, C. H. C. M. Sources of black aphid resistance in the cowpea. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 12, n. 4, p. 328-338, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v12i4.5120>.

MENSAH, R.; LEACH, D.; YOUNG, A.; WATTS, N.; GLENNIE, P. Development of *Clitoria ternatea* as a biopesticide for cotton pest management: assessment of product effect on *Helicoverpa* spp. and their natural enemies. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 154, p. 131-145, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/eea.12263>

MORAES, C. C.; LIMA, A. C.; MORAIS, E. G. F.; OLIVEIRA, N. T. Preferência do pulgão-preto, *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae), a genótipos de feijão-caupi. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 2, p. 153-160, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i2.3042>

NASCIMENTO, J. V.; GIULIANGELI, V. C.; KATO, T.; CALLIARI, C. M.; SHIRAI, M. A. Phenolic Compunds and antioxidant capacity of the *Clitoria ternatea* L. flower extracts. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e218101119450, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19450>.

OGUIS, G. K.; GILDING, E. K.; JACKSON, M. A.; CRAIK, D. J. Butterfly pea (*Clitoria ternatea*), a cyclotide-bearing plant with applications in agriculture and medicine. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1-23, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00645>.

OKOTH, J. K.; OCHOLA, A. S.; GIKONYO, N. K.; MAKOKHA, A. Development of a nutrient-dense complementary food using amaranth-sorghum grains. **Food Science Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 86-93, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.367>.

PINHEIRO, J. N.; SANTOS, J. H. R.; VIEIRA, F. V.; MELO, F. I. O. Nível adequado para controle do manhoso, *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936 (Coleoptera: Curculionidae) na cultura do caupi. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, Número Especial, p. 206-213, 2004.

POTH, A. G.; COLGRAVE, M. L.; LYONS, R. E.; DALY, N. L.; CRAIK, D. J. Discovery of an unusual biosynthetic origin for circular proteins in legumes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, V. 108, 10127-10132, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1103660108>.

RAINA, A.; LASKAR, R. A.; WANI, M. R.; KHAN, S. Improvement of yield in cowpea varieties using different breeding approaches. **Advanced crop improvement**, v. 2, p. 145-172, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-26669-0_6

SANTOS, J. H. R dos; QUINDERÉ, M. A. W. Distribuição, importância e manejo das pragas do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. IITA/ EMBRAPA, p. 605-658. 1988.

SILVA, D. C. O; ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; LIMA, A. C. S.; VELOSO, M. E. S.; SILVA, L. S. Controle de insetos-praga do feijão-caupi na savana de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 3, p. 212-219, 2011. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i3.605>.

SILVA, L. C.; NERE, D. R.; FERREIRA, A. D. C. L.; BLEICHER, E. Resistance in advanced cowpea lines to *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae). **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 13, p. 185-195, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v13i0.5589>.

WU, D.; ZENG, L.; LU, Y.; XU, Y. Effects of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) and Its Interaction with Aphids on the Seed Productions of Mungbean and Rapeseed Plants. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, p. 1758-1764 2014. DOI: <https://doi.org/10.1603/EC14162>.

ZANOTELLI, L.; GIOVANNINI, O.; FRATI, S.; NESLER, A.; PERTOT, I. (2017). **Assessment of the spectrum of activity of a new insecticide based on *Clitoria ternatea* extract**. In: International Symposium on Crop Protection, Ghent, Belgium, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10449/41387>.