

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

MARIA DO SOCORRO CAVALCANTE DE SOUZA MOTA

**SISTEMA DE TOMADA DE DECISÃO DE CONTROLE PARA A TRAÇA-DA-
CASTANHA EM POMARES DE CAJU**

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2020**

MARIA DO SOCORRO CAVALCANTE DE SOUZA MOTA

**SISTEMA DE TOMADA DE DECISÃO DE CONTROLE PARA A TRAÇA-DA-
CASTANHA EM POMARES DE CAJU**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

M917s
2020

Mota, Maria do Socorro Cavalcante de Souza, 1964-
Sistema de tomada de decisão de controle para a
traça-da-castanha em pomares de caju / Maria do Socorro
Cavalcante de Souza Mota. – Viçosa (online), MG, 2020.
29 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.26-29.

1. Caju - Doenças e pragas. 2. Pragas agrícolas -
Aspectos econômicos. 3. *Anacardium occidentale*.
4. Pulverização e polvilhação na agricultura. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de
Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal. II. Título.

CDD 22. ed. 634.57397

MARIA DO SOCORRO CAVALCANTE DE SOUZA MOTA

**SISTEMA DE TOMADA DE DECISÃO DE CONTROLE PARA A TRAÇA-DA-
CASTANHA EM POMARES DE CAJU**


Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Mestrado Profissional em Defesa
Sanitária Vegetal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de novembro de 2020.

Assentimento:



Maria do Socorro Cavalcante de Souza Mota
Autora



Marcelo Coutinho Picanço
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter tornado esse sonho possível pois, “tua palavra é lâmpada para os meus pés e luz para o meu caminho” (Sl. 119: 105).

Ao meu pai Luís Alberto que me incentivou a conquistar esse título, à minha mãe Eulina, fonte de equilíbrio nos momentos de o tempo suprimido da família para dedicação profissional.

Ao meu querido esposo Messias pela cumplicidade e compreensão que me elevaram o ânimo nos momentos mais críticos e, principalmente, por todo o seu carinho e amor dedicado ao longo desses anos.

Aos meus tesouros, Caio e Gabriel, filhos lindos que compreenderam a importância desse momento, Caio sempre me ajudando na aplicação de algum recurso tecnológico quando necessário.

Aos meus familiares em Belo Horizonte, MG, pelo carinho que recebi todas as vezes que precisei participar dos encontros presenciais em Viçosa, MG.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realização desse curso e ao apoio do CNPQ e CAPES.

Um milhão de agradecimentos ao meu orientador Prof. Marcelo Coutinho Picanço pela confiança, por suas valorosas e persistentes orientações que nortearam cada fase necessária desse trabalho, às quais levarei para a vida, por sua amizade, dedicação e parceria.

Ao laboratório de manejo integrado de pragas da Universidade Federal de Viçosa na pessoa da Dra. Mayara Cristina Lopes pelo apoio em todas a Allana, Damaris e Julia pelo treinamento recebido para o seminário.

À Embrapa Agroindústria Tropical representados pelo Dr. Antônio Lindemberg M. Mesquita pelas orientações técnicas e pela Dra. Rita de Cassia Alves Pereira pela importância das suas orientações que me conduziram à finalização dessa empreitada.

Ao ex-colega de trabalho Carlos Augusto Teixeira Braga.

Por fim, a todos que direta, ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho os meus sinceros agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

BIOGRAFIA

MARIA DO SOCORRO CAVALCANTE DE SOUZA MOTA, filha de Luiz Alberto de Souza e Eulina Rodrigues Cavalcante de Souza.

Graduada em 1988, como Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Ceará. Em 1989, por aprovação em concurso público, iniciou sua carreira na Embrapa (Fortaleza, CE) na época, Centro Nacional de Pesquisa do Caju (CNPc). Foi contratada para a área de transferência de tecnologia.

Em 1993, por convite do Dr. Ervino Bleicher iniciou suas atividades no Laboratório de Entomologia, Participou de vários experimentos para o desenvolvimento da biologia das principais pragas do cajueiro. Na época o Laboratório estava instalado no campo experimental da Embrapa, em Pacajus (CE).

Em 1997 passou a trabalhar no mesmo Laboratório de Entomologia dessa vez em Fortaleza, CE, local da atual sede da Embrapa Agroindústria Tropical onde trabalha até hoje, com pragas de outras culturas agroindustriais.

Em 2010, por aprovação em concurso público, foi promovida para o cargo de nível superior que lhe proporcionou novas perspectivas à sua carreira.

Em 2014, ingressou na Pós-Graduação *Lato Sensu* em Proteção de Plantas na renomada Universidade Federal de Viçosa. Com a orientação do Professor Marcelo Coutinho Picanço e do tutor o Dr. Ricardo Siqueira, concluiu a monografia “Controle da mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae) com uso do óleo essencial de *Ocimum micranthum* Willd”. Em 2018, ingressou no Mestrado Profissional de Defesa Sanitária Vegetal da mesma instituição, sob orientação do Professor Marcelo Coutinho Picanço, que foi concluído com esta Dissertação em 30 de novembro de 2020.

Aos meus pais, Luiz e Eulina. Ao meu marido Messias. Aos meus filhos Caio e Gabriel. Aos meus tios: Gilson, Creuza e Eunice.

Tudo é possível com o apoio da família.

RESUMO

MOTA, Maria do Socorro Cavalcante de Souza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2020. **Sistema de tomada de decisão de controle para a traça-da-castanha em pomares de caju.** Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.

O caju (*Anacardium occidentale*) é uma fruta tropical de importância social por gerar grande número de empregos por hectare. Além disso, seu cultivo dá um bom retorno econômico e seus produtos (castanha e pseudofruto) têm alto valor nutricional. A traça-da-castanha *Anacampsis phytomiella* Busck (Lepidoptera: Gelechiidae) é uma das pragas mais importantes nos pomares de caju e suas larvas atacam as castanhas desta planta causando grandes prejuízos. Os sistemas de tomada de decisão de controle são partes essenciais dos programas de manejo integrado de pragas (MIP). Estes sistemas são constituídos por planos de amostragem e índices de tomada de decisão. Os níveis de dano econômico são os índices de tomada de decisão de controle de pragas mais importantes. Apesar da importância de *A. phytomiella* como praga nos pomares de caju até o momento não existe sistema de tomada de decisão de controle para esta praga. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar sistema de tomada de decisão de controle para a traça-da-castanha *A. phytomiella* em pomares de caju. Para tanto, em pomares de caju durante dois anos foi selecionada a melhor metodologia para a avaliação da intensidade de ataque da praga, o número de amostras, tempos e custos do plano de amostragem e os níveis de dano econômico para o controle da praga por pulverização manual ou com trator. O plano de amostragem consistiu na avaliação da percentagem de castanhas atacadas pela praga em quatro ramos por planta em 22 plantas distribuídas no pomar num total de 88 amostras por talhão. Este plano de amostragem teve tempo e custos de 28, 38 e 45 minutos e R\$ 4,27, R\$ 5,71 e R\$ 6,80 para pomares de 1, 5 e 10 ha, respectivamente. Os níveis de dano econômico foram 3,79% e 3,21% de castanhas atacadas pela praga para aplicação de inseticidas manual ou por trator, respectivamente. Portanto, o sistema de tomada de decisão determinado neste trabalho pode ser incorporado a programas de MIP em pomares de caju por ele ser preciso, praticável, possibilitar o controle da praga antes que ela cause danos econômicos e evitar aplicações desnecessárias de inseticidas.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*. Plano de amostragem. Níveis de dano econômico. Pulverização manual. Pulverização com trator.

ABSTRACT

MOTA, Maria do Socorro Cavalcante de Souza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2020. **Control decision-making system for the chestnut moth in cashew orchards**. Adviser: Marcelo Coutinho Picanço.

Cashew (*Anacardium occidentale*) is a tropical fruit of social importance as it generates a large number of jobs per hectare. In addition, its cultivation gives a good economic return and its products (nuts and pseudofruit) have high nutritional value. The chestnut moth *Anacamptis phytomiella* Busck (Lepidoptera: Gelechiidae) is one of the most important pests in cashew orchards and its larvae attack the nuts of this plant causing great damage. Control decision-making systems are an essential part of integrated pest management (IPM) programs. These systems are made up of sampling plans and decision-making indices. The levels of economic damage are the most important pest control decision-making indexes. Despite the importance of *A. phytomiella* as a pest in cashew orchards to date, there is no control decision-making system for this pest. Thus, the objective of this work was to determine the control decision-making system for the chestnut moth *A. phytomiella* in cashew orchards. For this purpose, in cashew orchards for two years, the best methodology was selected to assess the attack intensity of the pest, the number of samples, times and costs of the sampling plan and the levels of economic damage to control the pest by spraying. manual or tractor. The sampling plan consisted of evaluating the percentage of chestnuts attacked by the pest in four branches per plant in 22 plants distributed in the orchard in a total of 88 samples per plot. This sampling plan had time and costs of 28, 38 and 45 minutes and R\$ 4.27, R\$ 5.71 and R \$ 6.80 for orchards of 1, 5 and 10 ha, respectively. The levels of economic damage were 3.79% and 3.21% of chestnuts attacked by the pest for application of manual or tractor insecticides, respectively. Therefore, the decision-making system determined in this work can be incorporated into IPM programs in cashew orchards because it is precise, practicable, allows the control of the pest before it causes economic damage and prevents unnecessary applications of insecticides.

Keywords: *Anacardium occidentale*. Sampling plan. Economic damage levels. Manual spraying. Tractor spraying.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1. Condições experimentais.....	11
2.2. Determinação do plano de amostragem convencional.....	12
2.2.1. Seleção da metodologia a ser usada na avaliação das populações da praga.....	12
2.2.2. Determinação do número de amostras do plano de amostragem.....	14
2.2.3. Determinação do tempo e custo do plano de amostragem.....	15
2.3. Determinação dos níveis de dano econômico.....	15
3. RESULTADOS.....	16
4. DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta tropical, nativa do litoral nordestino do Brasil, de onde se disseminou para o resto do mundo (Ribeiro et al. 2009). Atualmente, são cultivados em todas as regiões tropicais do planeta, com ênfase ao Vietnã, Brasil, países africanos (Gana, Costa do Marfim, Tanzânia, Nigéria e Guiné Bissau) e Índia (Brainer & Vidal 2018). No Brasil, a maior concentração desses cultivos está na região Nordeste, nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (Ribeiro et al. 2009). A produção mundial de castanhas de caju em 2018 foi de 5.932.507 toneladas com um total de área colhida de 5.972.724 hectares (ha). O Brasil contribuiu com 141.418 toneladas, uma produção de 3.220 kg/ha e 439.169 ha de área colhida (FAO 2018).

A cajucultura tem grande importância social para o Brasil, por produzir empregos diretos no campo e na indústria de processamento, principalmente no período de estiagem e entressafra das culturas tradicionais de sequeiro (Pessoa et al. 2000). O pedúnculo do cajueiro tem elevado teor de vitamina C, fibras e compostos fenólicos (Sucupira 2020). É consumido como fruta fresca (caju de mesa) e como principal ingrediente no preparo de sucos, sorvetes e doces (Ribeiro et al. 2009). Entretanto, a importância socioeconômica da cajucultura tem sua maior expressão na cadeia produtiva da amêndoa de castanha de caju a noz mais comercializada no mundo (Araújo 2013).

A baixa produtividade dos pomares de caju deve-se ao baixo uso de clones selecionados, a processos inadequados de manejo fitossanitário tanto para planta como para o solo. As pragas e doenças do cajueiro, além de causarem mais de 30% de perdas na produção e danos à qualidade dos produtos (amêndoas e pedúnculos), reduzem também a vida útil dos pomares (Araújo 2013).

A traça-da-castanha *Anacampsis phytomiella* Busck (Lepidoptera: Gelechiidae) é uma das principais pragas em pomares de caju. Seu hábito alimentar destrói totalmente a amêndoa e inviabiliza a castanha para comercialização (Melo & Bleicher 2002, Araújo 2013). O sintoma de ataque da praga é a presença de um furo localizado na parte distal da castanha verde (Mesquita et al. 2006).

A bioecologia dessa praga torna o seu controle desafiador. A fêmea deposita seus ovos no ponto de inserção da castanha com o pedúnculo, em maturis (castanha + pedúnculo) bem jovens (Melo & Bleicher 1995). Ao eclodir, a lagarta penetra na castanha e durante todo o estágio larval, alimenta-se da amêndoa no interior da

castanha. Depois, a lagarta abre um orifício na castanha para posterior saída do adulto (Araújo et al. 1987, Araújo 2013). A traça-da-castanha também foi observada desenvolvendo-se no interior de brotações novas do cajueiro (Mesquita et al. 2000).

O controle da traça-das-castanha é realizado principalmente, pelo uso de inseticidas (Mesquita et al. 2008). Entretanto, até 2019 não haviam inseticidas registrados para o controle de *A. phytomiella*, o que conduzia os agricultores a usarem ingredientes ativos registrados para outras pragas da cultura como a deltametrina registrada para controle de tripes (Mesquita et al. 2008). O uso excessivo de inseticidas pode causar problemas à saúde humana e ao meio ambiente, além de elevar o custo de produção e selecionar populações de pragas resistentes (Silva et al. 2015). Neste sentido, o uso de sistemas de tomada de decisão para o controle de *A. phytomiella* pode minimizar estes problemas.

Os planos sistemas de tomada de decisão de controle de pragas são componentes essenciais dos programas de manejo integrado de praga (MIP). Esses sistemas são compostos por planos de amostragem e índices de tomada de decisão de controle. Os planos de amostragem podem ser convencionais (com número de amostras fixo por talhão) ou sequenciais (com número de amostras variável em função da densidade da praga) (Picanço et al. 2014, Pereira et al. 2017, Moura et al. 2018).

O nível de dano econômico é o principal índice de tomada de decisão usado nos programas de MIP. Esse índice representa a densidade da praga que causará danos econômicos. O nível de dano econômico varia em função custo de controle da praga e do e valor da produção da cultura. Por sua vez, fatores como o método de aplicação do controle da praga (por exemplo, manual ou por trator) influenciam o custo de controle da praga e assim também afetam o nível de dano econômico (Picanço et al. 2014, Pereira et al. 2017, Moura et al. 2018).

Os planos convencionais de amostragem são o ponto inicial para determinação dos sistemas de tomada de decisão dos programas de MIP. Nestes planos de amostragem é determinada a metodologia a ser usada na avaliação das populações da praga e o número de amostras a ser avaliado por talhão. Os componentes dos planos de amostragem devem possibilitar a determinação com precisão e baixo erro as densidades das pragas nos campos de cultivo. Além disto, esses planos devem ser praticáveis, isto é, eles devem ter metodologia simples, de baixo custo e ter execução rápida. Assim, estes planos de amostragem sendo precisos e praticáveis eles têm a maior possibilidade de serem adotados pelos agricultores (Picanço et al.

2014, Pereira et al. 2017, Moura et al. 2018).

Apesar da importância de *A. phytomiella* como praga nos pomares de caju, até o momento não existem pesquisas sobre os sistemas de tomada de decisão de controle desta praga. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar um sistema de tomada de decisão de controle para a traça-da-castanha, *A. phytomiella*, em pomares de caju. Para tanto, em pomares de caju durante dois anos, foi selecionada a melhor metodologia para a avaliação da intensidade do ataque da praga, o número de amostras, os tempos, os custos do plano de amostragem e os níveis de dano econômico para o controle da praga por meio de pulverização manual ou mecanizada utilizando o trator.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Condições experimentais

Esta pesquisa foi realizada na área experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em Pacajus, CE (4°10'26"S, 38°27'50"O, 77 m de altitude e clima tropical com estação seca) nos anos de 2018 e 2019. Os campos de cajueiros cultivados em Pacajus eram do clone de cajueiro precoce CCP 76, com de 2 a 3 m de altura (Araújo 2013). Nos pomares o espaçamento usado era de 7 x 7 m e neles se praticavam os tratos culturais de roço mecanizado e poda para evitar o entrelaçamento de ramos com plantas vizinhas (Araújo 2013). O trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa, foi determinado o plano de amostragem convencional para avaliação das populações da praga. Já na segunda parte foram determinados níveis de dano econômico para a praga.

2.2. Determinação do plano de amostragem convencional

Foi selecionada a melhor metodologia para a avaliação da intensidade de ataque da praga, o número de amostras, tempos e custos do plano de amostragem.

2.2.1. Seleção da metodologia a ser usada na avaliação das populações da praga

Foi selecionada a melhor unidade amostral e o número de ramos a ser avaliado por planta.

2.2.1.1. Seleção da unidade amostral

Foram avaliados 40 ramos selecionados ao acaso em um pomar de cajueiro. Em cada ramo foram avaliados os números de castanhas totais e atacadas por *A. phytomiella*. A partir destes dados foi calculada a percentagem de castanhas atacadas pela praga. Os ramos foram divididos em dois grupos: (i) ramos com menos de cinco castanhas e (ii) ramos com pelo menos cinco castanhas (Figura 1).

Foi calculada a média \pm erro padrão da intensidade de ataque da praga em cada um dos dois grupos de ramos. A seleção da unidade amostral foi baseada nos critérios de frequência de ocorrência de castanhas nos ramos e precisão (Podoler & Rogers, 1975, Southwood, 1978, Lopes et al. 2019).

A frequência de ocorrência dos ramos com castanhas foi calculada utilizando a fórmula (1):

(1) $Fi = (100 \times Ni) / Nt$, onde: Fi = frequência de ocorrência de cada grupo de ramos nas plantas (%), i = grupo a que pertencia o ramo ($i = 1$ para os ramos com menos de cinco castanhas e $i = 2$ para ramos com pelo menos de cinco castanhas), Ni = número de ramos de cada grupo, e Nt = número total de ramos avaliados (40 ramos).

Usando-se o critério de precisão, foram selecionadas as amostras que apresentaram variâncias relativas menores que 25%. As variâncias relativas foram calculadas utilizando a fórmula (2):

(2) $VR = 100 \times \left(\frac{SE}{\bar{x}} \right)$, onde: VR = variância relativa (%), SE = erro padrão das intensidades de ataque da praga, e \bar{x} = média das intensidades de ataque da praga.

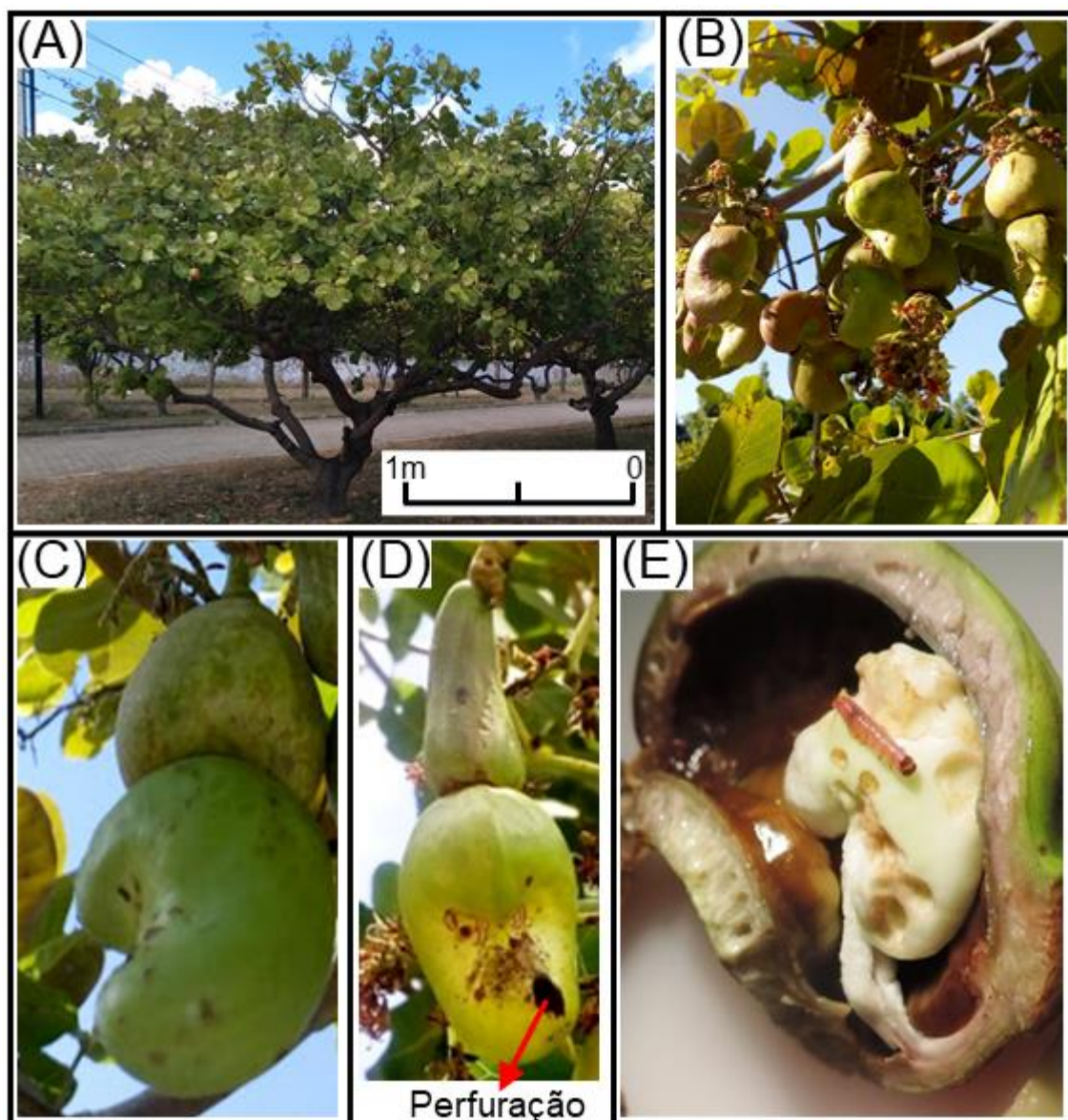


Figura 1. (A) Planta de caju, (B) ramo com castanhas de caju, (C) castanha de caju não atacada, (D) castanha atacada pela praga mostrando a perfuração feita pelo inseto e (E) lagarta de *Anacamptis phytomiella* no interior da castanha.

2.2.1.2. Seleção do número de ramos a serem avaliados por planta

Nesta etapa do trabalho foram avaliadas 40 plantas selecionadas ao acaso. Cada planta foi dividida em quatro quadrantes e em cada um deles foi avaliado um ramo contendo pelo menos cinco castanhas. Isto foi feito devido a esta amostra ter sido selecionada como ideal, no item anterior. Em cada ramo, foram avaliados os números de castanhas totais e atacadas por *A. phytomiella*. A partir destes dados foi calculada a percentagem de castanhas atacadas pela praga.

Foi calculada a média \pm erro padrão da intensidade de ataque da praga quando avaliaram um, dois, três ou quatro ramos por planta. Posteriormente, foram calculadas as variâncias relativas da intensidade de ataque da praga quando avaliaram um, dois, três ou quatro ramos por planta usando a fórmula (2). Foi selecionado o número de ramos por planta que apresentou a menor variância relativa (Pinto et al. 2017).

2.2.2. Determinação do número de amostras do plano de amostragem

Esta etapa do trabalho foi realizada em dois pomares de caju. Em cada pomar foram avaliadas 50 plantas. Na amostragem foram utilizadas a unidade (ramos com pelo menos cinco castanhas) e o número de ramos (quatro ramos por planta) selecionados nas etapas anteriores deste trabalho.

Para cada pomar, foram calculados a média e o erro padrão da intensidade de ataque da praga (percentual de castanhas atacadas). Foi determinado se os dados da intensidade de ataque de *A. phytomiella* se ajustaram as distribuições de frequência: binominal negativa, Poisson e binominal positiva. Foi considerado que a intensidade de ataque de *A. phytomiella* se ajustaram a uma distribuição quando a suas frequências esperadas e observadas eram não significativas pelo teste de qui-quadrado (χ^2) ($\alpha = 0,05$) (Rosado et al. 2014, Lopes et al.2019).

Foram determinados o valor do parâmetro de agregação (k), de cada um dos dois pomares, avaliados na etapa anterior. Estes valores, foram usados para calcular o número de amostras dos planos de amostragem de acordo com a fórmula (3).

(3) $NAi = \frac{1}{c^2} \times \left(\frac{1}{\bar{x}_i} + \frac{1c}{ki} \right)$, onde NAi = número de amostras no pomar i ($i = 1$ ou 2), C = erro máximo admitido; \bar{x}_i = média da intensidade de ataque da praga no pomar i e k_i = parâmetro de agregação da distribuição de frequência binomial negativa para o pomar i ($k_1 = 0,20$; $k_2 = 0,33$). Os erros adotados para a determinação do número de amostras foram de 0,05 (5%) a 0,25 (25%). Estes erros foram usados por serem

aceitáveis para a tomada de decisão (Southwood 1978). Inicialmente foi selecionado o erro a partir do qual houve baixa variação no número de amostras. Posteriormente, foi calculado o número de amostras para os dados de cada um dos dois pomares e o erro selecionado anteriormente (0,25) usando a fórmula (3). Foi selecionado o maior número de amostras calculado entre os dois pomares para ser usado no plano de amostragem (Rosado et al. 2014, Pinto et al. 2017, Lima et al. 2017).

2.2.3. Determinação do tempo e custo do plano de amostragem

Para determinação do tempo e custo de amostragem, inicialmente, foi realizado a amostragem em pomares de caju de 1, 5 e 10 hectares. Nesta amostragem foi usada quatro ramos por plantas com pelo menos cinco castanhas e 88 amostras por talhão, determinados anteriormente. A distância percorrida, o tempo de caminhamento entre as amostras e o tempo para avaliar as amostras em cada talhão foram determinados. Posteriormente, os custos para a amostragem de *A. phytomiella* foram calculados. O custo de amostragem foi calculado considerando o valor do salário do trabalhador rural e os custos dos materiais utilizados na amostragem (papel, lápis e borracha) (Rosado et al. 2014, Pinto et al. 2017, Lima et al. 2017).

2.3. Determinação dos níveis de dano econômico

Inicialmente foi realizado um levantamento com os produtores de caju sobre os produtos (inseticidas e adjuvantes), equipamentos e número de aplicações usadas no controle de *A. phytomiella*. Posteriormente, foi realizado um levantamento dos preços desses insumos no comércio da região de Fortaleza, CE. Para o cálculo dos custos de controle foi considerado a cotação do dólar do dia 24/06/2020 (R\$ 5,30).

No cálculo dos custos de controle da traça-das-castanhas, foram considerados os gastos com mão de obra (salário do aplicador, insalubridade, FGTS, INSS, 13º salário e férias), equipamentos (equipamentos de proteção individual (EPI), pulverizador costal e turbo atomizador tratorizado). Os custos com mão de obra foram estimados com base no salário mínimo corrente do ano de 2019 no valor de R\$ 998,00, considerando 8% de FGTS, 0,027% INSS e 1/3 de férias. Os custos com equipamentos foram calculados com base num período de vida útil de 12 meses para o EPI e 36 meses para o pulverizador. Para a aplicação manual foi considerado o equipamento pulverizador costal manual e a aplicação tratorizado foi calculada

considerando o aluguel do turbo atomizador tratorizado (Lima et al. 2017, Pinto et al. 2017, Arcanjo et al. 2021).

Para o cálculo do valor da produção a produtividade do cajueiro-anão precoce sob regime de sequeiro empregado foi de 1.000 kg/ha, descrita por Oliveira (2008) e foram consideradas perdas quantitativas, pois cada castanha furada é uma castanha descartada para comercialização. Durante o período do estudo os preços das castanhas foram monitorados (preço médio R\$ 3,09 kg). O valor da produção (VP) foi calculado para a determinação do nível de dano econômico de acordo com a fórmula (4) (Lima et al. 2017, Pinto et al. 2017, Arcanjo et al. 2021).

(4) $VP = Pd \times Pu$, onde: VP = valor de produção (R\$. ha^{-1}), Pd = produtividade (kg de castanhas. ha^{-1}) e Pu = preço unitário pago aos produtores pelo quilograma de castanha (R\$. kg^{-1} de castanha).

Posteriormente, os níveis de dano econômico foram determinados de acordo com a fórmula (5):

(5) $NDEi = (Ci \times 100) \div (Vp \times k)$, onde: $NDEi$ = nível de dano econômico para o método i ($i = 1$ manual e $i = 2$ com trator) de aplicação de inseticida, Ci = custo de controle para o método i de aplicação de inseticida (R\$ ha^{-1}), Vp = valor de produção sem o ataque da praga (R\$. ha^{-1}) e k = coeficiente de eficiência do controle ($k = 0,80$). Foi adotado o valor de $k = 0,80$ devido a esta é a eficiência mínima exigida para registro de um inseticida no Brasil (Silva et al. 2011, Lopes et al. 2019).

3. RESULTADOS

Observou-se que mais de 80% dos ramos avaliados nas plantas de caju possuíam pelo menos cinco castanhas (Figura 2A). A intensidade de ataque de *A. phytomiella* foi maior nos ramos com pelo menos cinco castanhas do que naqueles com menos de cinco castanhas (Figura 2B). As intensidades de ataque de *A. phytomiella* apresentaram variâncias relativas menores que 25% nos ramos com pelo menos cinco castanhas. Já nos ramos com menos de cinco castanhas as variâncias relativas das intensidades de ataque da praga foram maiores que 25% (Figura 2C). Portanto, as amostras ideais para a avaliação da intensidade de ataque de *A. phytomiella* nos pomares de caju foram os ramos com pelo menos cinco castanhas.

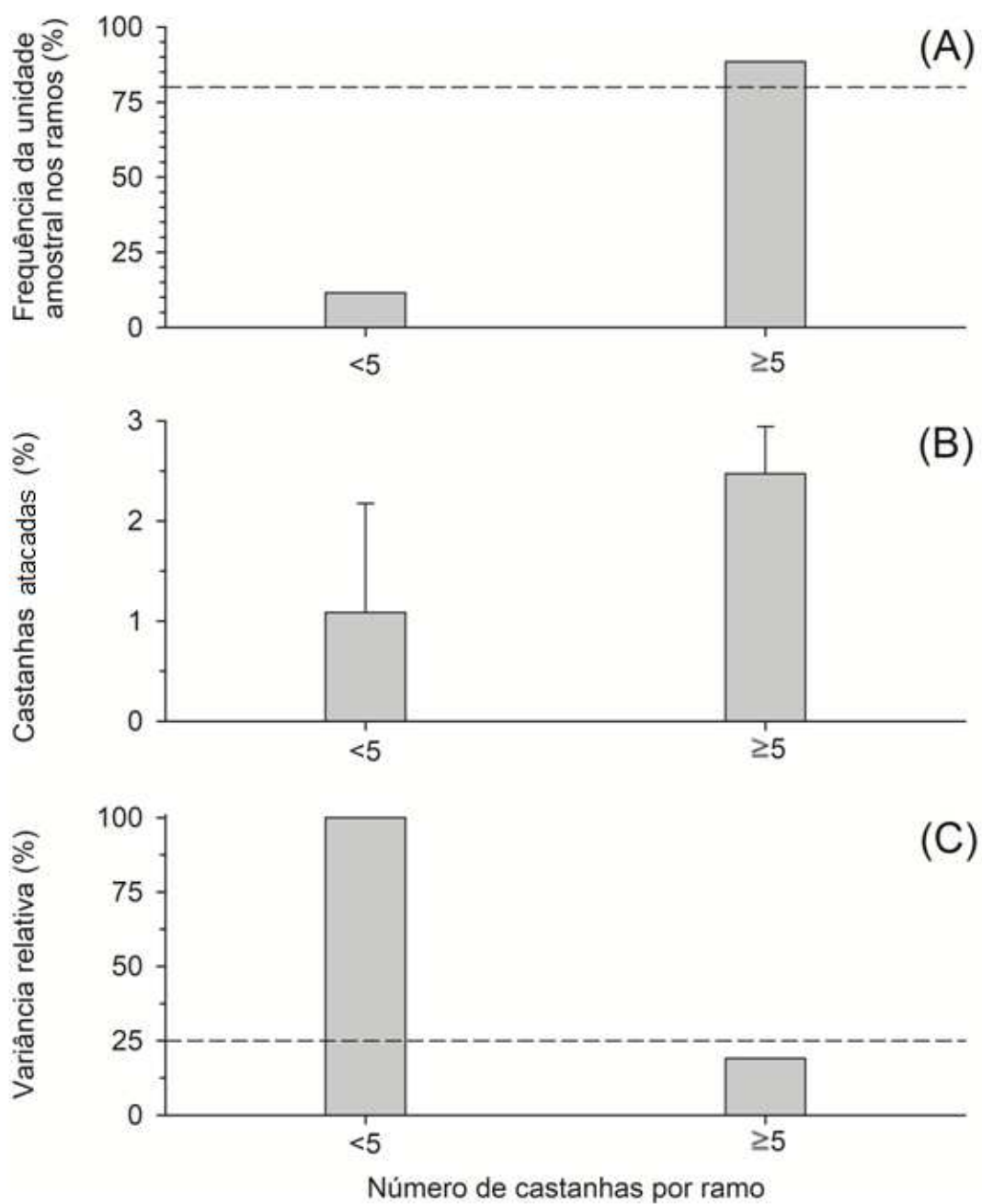


Figura 2. (A) Frequência de ramos nas plantas, (B) percentagem de castanhas atacadas (média \pm erro padrão) por *Anacampsis phytomiella* e (C) variância relativa em função do número de castanhas por ramo nas plantas de caju.

Detectou-se menor intensidade de ataque de *A. phytomiella* quando se avaliou apenas um ramo por planta do que quando se avaliaram dois, três ou quatro ramos por planta (Figura 3A). As intensidades de ataque de *A. phytomiella* apresentaram variâncias relativas maiores que 25% quando se avaliaram um ou dois ramos por planta. Por outro lado, as intensidades de ataque de *A. phytomiella* apresentaram variâncias relativas menores que 25% quando se avaliaram três ou quatro ramos por planta. Além disto, quando se avaliou quatro ramos por planta as intensidades de ataque da praga apresentaram as menores variâncias relativas (Figura 3B). Portanto, na amostragem de *A. phytomiella* nos pomares de caju deve-se avaliar quatro ramos por planta.

Nos dois pomares avaliados os dados das intensidades de ataque de *A. phytomiella* se ajustaram à distribuição binomial negativa, uma vez que os valores de qui-quadrado das comparações entre as frequências calculadas e observadas não foram significativos ($P > 0,05$). Em nenhum desses pomares os dados das intensidades de ataque da praga se ajustaram as distribuições de frequência de Poisson ou binomial positiva (Tabela 1). Assim, o número de amostras do plano de amostragem de *A. phytomiella* deve ser calculado usando-se a fórmula da distribuição de frequência binomial negativa.

Os números de amostras dos planos de amostragem se estabilizaram quando o erro de amostragem atingiu 25%. Assim, foi usado um erro de 25% no cálculo do número de amostras dos planos de amostragem. Usando-se esse erro (25%) e os valores do parâmetro de agregação dos dois pomares ($k_1 = 0,33$; $k_2 = 0,20$) os números de amostras adequados para avaliação da intensidade de ataque de *A. phytomiella* foram 56 (pomar 1) e 88 (pomar 2) amostras (Figura 4). Assim, o número de amostras do plano de amostragem foi 88 amostras por talhão já que com este número foi possível amostrar de forma adequada à praga nos dois pomares com um erro de amostragem igual ou menor que 25%.

Em pomares de caju de 1, 5 e 10 hectares as distâncias percorridas para realização da amostragem da praga foram 657,47; 1470,15 e 2079,10 m, respectivamente. Os tempos de caminhamento entre as amostras foram 8, 18 e 25 minutos e o tempo necessário para avaliar as 88 amostras foi de 20 minutos. Portanto, os tempos finais de amostragem da praga foram de 28, 38 e 45 minutos, respectivamente e os custos totais de cada amostragem foram de R\$ 4,27; R\$ 5,71 e R\$ 6,80 para pomares de 1, 5 e 10 ha, respectivamente (Tabela 2).

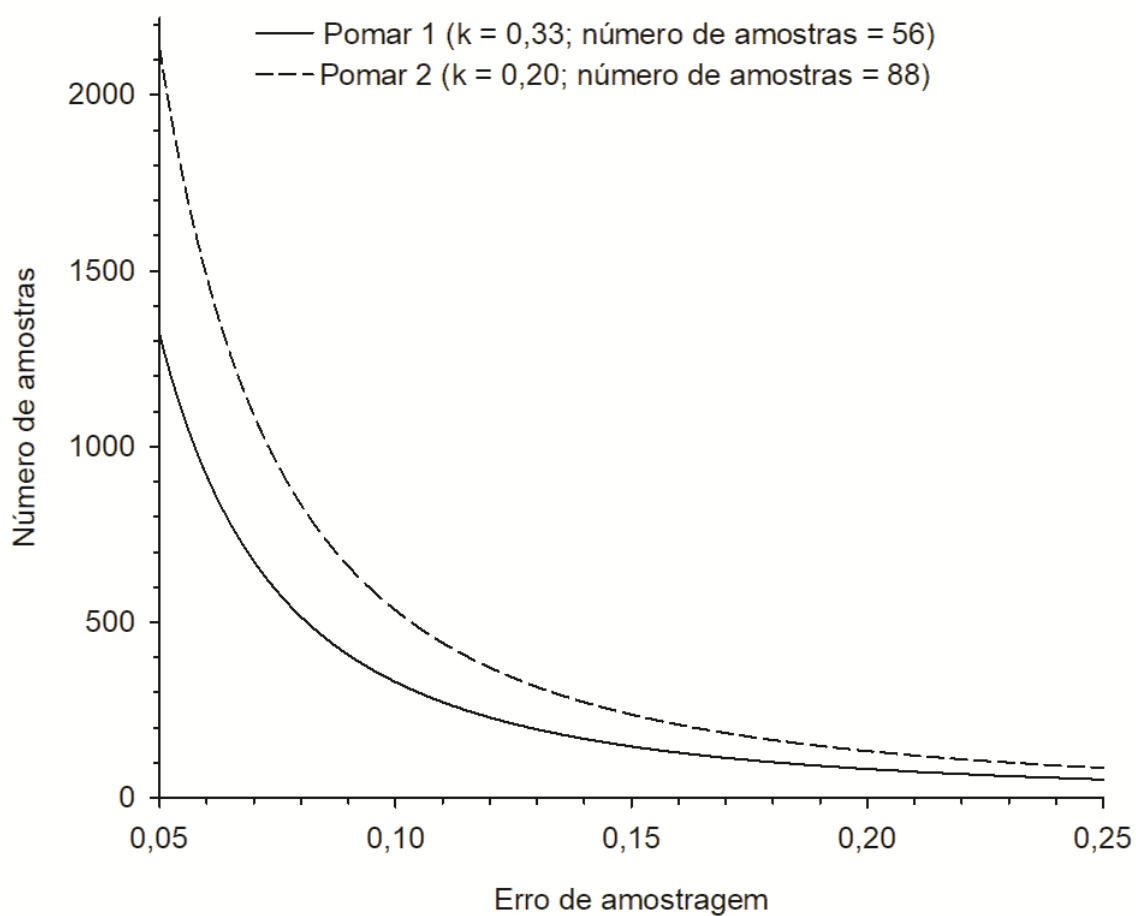


Figura 4. Número de amostras para avaliação da intensidade de ataque de *Anacampsis phytomiella*, em dois pomares de caju, em função do erro de amostragem.

1 Tabela 2. Distância percorrida, tempo e custo requeridos para amostragem de *Anacampsis phytomiella*, em pomares de caju de
 2 diferentes tamanhos.

3

Pomar (ha)	Distância percorrida (m)	Caminhamento entre as amostras		Avaliação das amostras		Tempo total	Custo de ¹ amostragem (R\$)
		Tempo	(%)	Tempo	(%)		
1	657,47	8 min	28,57	20 min	71,43	28 min	4,27
5	1470,15	18 min	47,37	20 min	52,63	38 min	5,71
10	2079,10	25 min	55,56	20 min	44,44	45 min	6,80

4 ¹Custo de uma amostragem com avaliação da percentagem de castanhas atacadas pela praga em quatro ramos de 22 plantas.

5

Os custos do controle químico de *A. phytomiella* foram R\$ 93,60 e R\$ 79,42 por hectare com aplicação de inseticida de forma manual ou usando trator, respectivamente. Destes custos 37,80% e 44,55% foram gastos com produtos (inseticida + adjuvante) e 62,20% e 55,45% foram gastos com a aplicação de inseticida aplicação manual ou com trator de inseticida, respectivamente (Tabela 3). O valor da produção por hectare de caju sem o ataque da praga foi de R\$ 3090,00 por hectare. Os níveis de dano econômico foram 3,79% e 3,21% de castanhas atacadas quando se realiza o controle da praga com aplicação manual ou com trator de inseticida, respectivamente (Tabela 4).

4. DISCUSSÃO

Os ramos com maior número de frutos (com pelos menos cinco castanhas) apresentaram maior intensidade de ataque de *A. phytomiella* possivelmente, devido à maior facilidade nesta situação das fêmeas do inseto em localizarem este órgão na planta para ovipositarem. As fêmeas dos Lepidoptera (ordem a que pertence *A. phytomiella*) utilizam sinais químicos e físicos para localizarem seu sítio de oviposição (Renwick & Chew 1994, Pontes et al. 2010). Os sinais químicos usados pelos Lepidoptera para localizarem seu sítio de oviposição são substâncias voláteis e de contato. Já entre os sinais físicos estão os comprimentos de onda e a textura do órgão da planta onde as fêmeas ovipositam (Renwick & Chew 1994, Derksen et al. 2007, Sidney et al. 2008). Neste contexto, os frutos de caju emitem muitos compostos voláteis (Maia et al. 2000) os quais podem ser usados pelas fêmeas de *A. phytomiella* para localizarem as castanhas onde elas ovipositam (Mesquita et al. 2000). Assim, nos ramos com maior número de frutos (aqueles com pelo menos cinco castanhas) há maior produção de sinais químicos e físicos o que facilita a localização das castanhas de caju pelas fêmeas de *A. phytomiella*. Além disto, nos ramos com maior número de frutos há maior disponibilidades de alimentos (as castanhas) para alimentação das larvas de *A. phytomiella*.

Tabela 3. Custo médio (R\$ ha⁻¹) para equipamentos e produtos utilizados no

Insumos	Grupo químico	Unidade	Custo unitário (R\$)	Quantidade	Custo total (R\$)
Inseticidas:					
Deltametrina 25 CE	Piretróide	L	79,00	0,20 L/ha	15,80
Espinetoram 120 SC	Espinosina	L	680,00	0,075 L/ha	51,00
(1.1) Custo médio com inseticidas por aplicação					33,40
Adjuvante:					
(1.2) Nonilfenoxipoli (etilenoxi) etanol 176 SL		L	22,00	0,09 L/ha	1,98
(1) Inseticidas + Adjuvante (1.1 + 1.2)					35,38
Custo de aplicação manual de inseticidas (equipamentos e serviços)					
EPI*		Ud	101,81	0,02 [§]	2,04
Pulverizador costal		Ud	9,08	0,02 [§]	0,18
Mão-de-obra		h	14,00	4,00	56,00
(2) Subtotal					58,22
(2.1) Custo de uma aplicação (1 + 2)					93,60
(2.2) Custo total de controle (2.1) x 1 aplicação					93,60
Custo de aplicação de inseticidas usando trator (equipamentos e serviços)					
EPI*		Ud	101,81	0,02 [§]	2,04
Aplicação com trator		h	150,00 [‡]	0,28	42,00
(3) Subtotal					44,04
(3.1) Custo de uma aplicação (1 + 3)					79,42
(3.2) Custo total de controle (3.1) x 1 aplicação					79,42

* O equipamento de proteção individual (EPI) consiste de máscara, óculos de proteção, calças compridas, botas de borracha, traje, luvas e avental resistentes a produtos químicos.

‡ Custo operacional trator + barra pulverizadora + mão de obra + encargos sociais.

§ Valor obtido em função da durabilidade do EPI e pulverizador manual.

Tabela 4. Produtividade, preço unitário, valor da produção, custo de controle e níveis de dano econômico *Anacampsis phytomiella* usando pulverização manual ou com trator.

Produtividade (kg de castanha. ha ⁻¹)	Preço unitário (R\$. kg de castanha ⁻¹)	Valor da produção (R\$. ha ⁻¹)
1000,00	3,09	3090,00

Método de aplicação de inseticidas	Custo de controle (R\$. ha ⁻¹)	Níveis de dano econômico (% castanhas atacadas)
Manual	93,60	3,79
Trator	79,42	3,21

O fato dos ramos com pelo menos cinco castanhas estarem presentes em mais de 80% dos ramos indica que o uso desta amostra possibilita amostragens rápidas da praga já que, devido a esta alta frequência é rápida a localização destes ramos (Lopes et al. 2019, Silva Jr. et al. 2020). Além disto, a avaliação de ramos que possuam pelo menos cinco castanhas possibilitou amostragens precisas (VR < 25%) o que permite a determinação de planos de amostragens com um menor número de amostras. Fato esse, que torna os planos de amostragem praticáveis e com maior possibilidade de adoção pelos agricultores (Pinto et al. 2017, Gonring et al. 2020). Além disto, o uso deste tipo de amostra possibilitou a localização dos focos de ataque da praga já que seu uso detectou as maiores intensidades de ataque destes organismos. A detecção precoce de focos da praga é importante por possibilitar o controle destes organismos antes que eles causem danos econômicos (Araújo et al. 2019, Dent & Binks 2020).

A avaliação de quatro ramos por planta possibilitou a determinação de intensidades de ataque da praga mais precisas (VR < 25%) e com menores tempos de amostragem e distância percorrida para a coleta das amostras. Esses fatos propiciam a geração de planos de amostragem com um menor número de amostras e, portanto, com menor tempo de amostragem e custo. Assim, devido a essas características avaliação de quatro ramos por planta possibilita a geração de planos

de amostragem rápidos, de baixo custo e precisos (Gusmão et al. 2005; Moura et al. 2007, Rosado et al. 2014, Pinto et al. 2017).

As intensidades de ataque de *A. phytomiella* se ajustaram à distribuição de frequência binomial negativa nos dois pomares avaliados devido às variâncias desta característica ter sido maiores que as suas médias (Kuno 1991, Binns & Nyrop 1992). Esse fato contribui para a geração de plano de amostragem praticável, já que os planos determinados pela fórmula de dados que seguem a distribuição de frequência binomial negativa geralmente possuem um menor número de amostras (Pedigo & Buntin 1993, Young & Young 1998, Rosado et al. 2014, Lopes et al. 2019). Deve-se ressaltar que não existe qualquer relação entre a distribuição de frequência dos dados com a distribuição espacial do inseto nos campos de cultivo (Young & Young 1990, Barrigossi et al. 2001). Para a determinação da distribuição espacial dos insetos nos campos de cultivo é necessário o georreferenciamento das amostras e a realização de análise dos dados por geoestatística (Liebhold et al. 1993, Martins et al. 2018, Ramos et al. 2019).

O erro máximo de 25% adotado no plano de amostragem determinado neste trabalho possibilita a avaliação da intensidade da praga adequada. Isto se deve a este erro máximo estar dentro dos padrões usados nos sistemas de tomada de decisão dos programas de manejo integrado de pragas (Pedigo & Buntin 1993, Young & Young 1998, Lopes et al. 2019).

O tempo total de um plano de amostragem é constituído pelo tempo de caminhamento entre as plantas avaliadas e o tempo de avaliação das amostras (Araújo et al. 2019, Lopes et al. 2019). O plano de amostragem desenvolvido neste trabalho é constituído de 88 amostras, isto é a avaliação de quatro ramos em 22 plantas distribuídas no pomar. O tempo de avaliação das amostras foi de 20 minutos. Esse plano atendeu aos critérios de rapidez, precisão e relação custo/benefício. Neste contexto, este plano de amostragem atendeu ao critério de rapidez devido aos tempos de amostragem ter sido menor que uma hora (tempo máximo dos planos considerados excelentes) já que os tempos totais de amostragem foram de 28 minutos (pomar de 1,0 ha), 38 minutos (pomar de 5,0 ha) e 45 minutos (pomar de 10 ha). Já pelo critério de precisão o plano de amostragem foi adequado devido ao erro máximo de suas determinações ser de 25% o que é adequado segundo os padrões usados nos sistemas de tomada de decisão dos programas de manejo integrado de pragas (Pedigo & Buntin 1993, Young & Young 1998, Lopes et al. 2019).

O fato da maior parte (55 a 62%) do custo de controle de *A. phytomiella* ter sido devido à tecnologia de aplicação é algo incomum nos cultivos agrícolas já que nas lavouras de hortaliças e de grãos o custo de aplicação varia de 15 a 30% (Lopes et al. 2019, Arcanjo et al. 2021). Este se deve ao baixo custo dos inseticidas usados em relação ao custo de aplicação destes produtos. Além disto, o custo de controle pela aplicação manual foi maior do que quando estes produtos foram aplicados usando trator, devido ao maior custo da mão-de-obra usada na aplicação manual do que quando se usou trator. Portanto, os pequenos produtores que geralmente usam aplicação manual têm um maior custo de controle das pragas do que aqueles com maior tecnologia que usam aplicações por trator ou avião (Arcanjo et al. 2021).

O nível de dano econômico para o controle de *A. phytomiella* usando aplicação manual de inseticidas (3,79%) foi maior do que o nível de dano econômico para a aplicação de inseticidas usando trator (3,21%) devido ao maior custo de controle quando a aplicação foi manual. Portanto, os produtores de maiores áreas e que geralmente possuem maior nível tecnológico por fazerem aplicação de inseticidas usando trator controlarão a traça-da-castanha *A. phytomiella* mais precocemente do que os produtores de menores áreas.

5. CONCLUSÕES

O sistema de tomada de decisão determinado neste trabalho para o controle da traça-da-castanha, *Anacampsis phytomiella*, pode ser incorporado a programas de manejo integrado de pragas em pomares caju. Esse sistema é preciso, praticável e possibilita o controle da praga antes que ela cause danos econômicos e evita aplicações desnecessárias de inseticidas. Ele é composto de plano de amostragem e de níveis de dano econômico. O plano de amostragem consiste na avaliação da percentagem de castanhas atacadas pela praga em quatro ramos por planta em 22 plantas distribuídas no pomar num total de 88 amostras por talhão. Este plano de amostragem tem tempo e custos de 28, 38 e 45 minutos e R\$ 4,27, R\$ 5,71 e R\$ 6,80 para pomares de 1, 5 e 10 ha, respectivamente. Os níveis de dano econômico são 3,79% e 3,21% castanhas atacadas pela praga para aplicação de inseticida de forma manual ou mecanizada usando o trator, respectivamente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo F.E., Barros L.M., Santos A.A., Almeida J.I.L., Cavalcante M.L.S., Teixeira L.M.S. (1987). A traça da castanha nova praga do cajueiro no Estado do Ceará **Informativo Sociedade Brasileira de Fruticultura**, 6: 11.

Araújo J.P.P. (2013). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: Embrapa. 532: 111-142.

Araújo T.A., Araújo L.H.A., Silva N.R., Luz C.E.A., Silva E.M., Moreira M.D., F.A. Suinaga, Picanço M.C., Bastos C.S. (2019). Standardized sampling plan for *Aphis gossypii* based on the cotton cultivar, plant phenology and crop size. **Journal of Applied Entomology**, 143: 893-901.

Barrigossi J.A.F., Young L.J., Crawford C.A.G., Hein G.L., Higley L.G. (2001). Spatial and probability distribution of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, 30: 244-253.

Binns M.R., Nyrop J.P. (1992). Sampling insect populations for the purpose of IPM decision making. **Annual Review of Entomology**, 37: 427-453.

Brainer M.S.C.P., Vidal M.F. (2018). Cajucultura nordestina em recuperação. **Caderno setorial ETENE**, 3, 1-13.

Dent D., Binks R.H. (2020). **Insect pest management**. 3 rd. Wallingfor: Cabi.

Derksen S., Chatterton M., Gries R., Aurelian M., Judd G.J., Gries G. (2007). Semiochemical-mediated oviposition behavior by female peachtree borer, *Synanthedon exitiosa*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 123: 101-108.

Gonring A.R., Walerius A.H., Picanço M.M., Bacci L., Martins J.C., Picanço M.C. (2020). Feasible sampling plan for *Tuta absoluta* egg densities evaluation in commercial field tomato. **Crop Protection**, 105239.

Gusmão M.R., Picanço M.C., Zanuncio J.C., Silva D.J.H., Barrigossi J.A.F. (2005). Standardised sampling plan for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in outdoor tomatoes. **Scientia Horticulturae**, 103: 403-412.

Kuno E. (1991). Sampling and analysis of insect populations. **Annual Review of Entomology**, 36: 285-304.

Liebhold A.M., Rossi R.E., Kemp W.P. (1993). Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, 38, 303-327.

Lima C.H.O., Sarmiento R.A., Pereira P.S., Galdino T.V., Santos F.A., Silva J., Picanço M.C. (2017). Feasible sampling plan for *Bemisia tabaci* control decision-making in watermelon fields. **Pest Management Science**, 73: 2345–2352.

Lopes M.C., Ribeiro A.V., Costa T.L., Arcanjo L.P., Farias E.S., Santos A.A., Ramos R.S., Araújo T.A., Picanço M.C. (2019). Practical sampling plan for *Liriomyza*

huidobrensis (Diptera: Agromyzidae) in tomato crops. **Journal of Economic Entomology**, 112: 1946-1952.

Maia J.G.S., Andrade E.H.A., Zoghbi M.G.B. (2000). Volatile constituents of the leaves, fruits and flowers of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, 13: 227-232.

Martins J.C., Picanço M.C., Silva R.S., Gonring A.H., Galdino T.V., Guedes R.N. (2018). Assessing the spatial distribution of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs in open-field tomato cultivation through geostatistical analysis. **Pest Management Science**, 74: 30-36.

Melo Q.M.S., Bleicher E. (1995). Pragas do cajueiro. In: Araújo J.P.P., Silva V.V. (Eds.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: Embrapa. p.270-292.

Melo Q.M.S., Bleicher E. (2002). Identificação e manejo das principais pragas. In: Melo Q.M.S. (Ed). **Caju fitossanidade**. Fortaleza: Embrapa. p.

Mesquita A.L.M., Braga Sobrinho R., Oliveira V.H. (2002). **Monitoramento de pragas na cultura do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa. 36p.

Mesquita A.L.M., Braga Sobrinho R., Oliveira V.H., Andrade A.P.S. (2006). **Monitoramento de pragas na cultura do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa. 34p.

Mesquita A.L.M., Oliveira V.H., Braga Sobrinho R., Eloi W.M., Innecco R., Matos S.H. (2008). **Controle da traça-da-castanha com produtos à base de óleos essenciais e hidrolatos**. Fortaleza: Embrapa. 3p.

Mesquita A.L.M., Silva R.G., Braga Sobrinho R. (2000). **Ataque da traça-da-castanha (*Anacampsis* cf. *phytomiella*) em ramos ponteiros de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa. 4p.

Moura M.F., Lopes M.C., Pereira R.R., Parish J.B., Chediak M., Arcanjo L.P., Picanço M.C. (2018). Sequential sampling plans and economic injury levels for *Empoasca kraemeri* on common bean crops at different technological levels. **Pest Management Science**, 74, 398-405.

Moura M.F., Picanço M.C., Guedes R.N.C., Barros E.C., Chediak M., Morais E.G.F. (2007). Conventional sampling plan for the green leafhopper *Empoasca kraemeri* in common beans. **Journal of Applied Entomology**, 131: 215-220.

Oliveira V.H (2008). Cajucultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 30: DOI 10.1590/S0100-29452008000100001.

Pedigo L.P., Buntin G.D. (1993). **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC Press.

Pedigo L.P., Rice M.E. (2015). **Entomology and pest management**. 6ed. Long Grove: Waveland Press. 784p.

- Pereira P.S., Sarmiento R.A., Galdino T.V., Lima C.H.O., Santos F.A., Silva J., Santos G.R., Picanço M.C. (2017). Economic injury levels and sequential sampling plans for *Frankliniella schultzei* in watermelon crops. **Pest Management Science**, 73: 1438-1445.
- Pessoa P.F.A.P., Leite, L.A.S. (2013). Desempenho do agronegócio caju brasileiro. Agronegócio caju: práticas e inovações. In: Araújo J.P.P. **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: Embrapa.
- Pessoa P.F.A.P., Leite, L.A.S. (2013). Desempenho do agronegócio caju brasileiro. Agronegócio caju: práticas e inovações. In:
- Pessoa P.F.A.P., Oliveira V.H., Santos F.J.S., Semrau L.A.S. (2000). Análise da viabilidade econômica do cultivo do cajueiro irrigado e sob sequeiro. **Revista Econômica do Nordeste**, 31, 178-187.
- Picanço M.C., Galdino T.V.S., Silva R.S., Benevenuto J.S., Bacci L., Pereira R.R., Moreira M.D. (2014). Manejo integrado de pragas. In: Zambolim L., Silva A.A., Picanço M.C. (Eds.). **O que Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa: DFP-UFV, p.389-436.
- Pinto C.B, Sarmiento R.A., Galdino T.V.S., Pereira P.S., Gomes B.B., Lima C.H.O., Silva N.R., Picanço M.C. (2017). Standardized sampling plan for the thrips *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) on watermelon crops. **Journal of Economic Entomology**, 110: 748-754.
- Pontes W.J.T., Lima E.R., Cunha E.G., Teixeira P.M.T., Lôbo A.P., Barros R. (2010). Physical and chemical cues affect oviposition by *Neoleucinodes elegantalis*. **Physiological Entomology**, 35: 134-139.
- Ramos Y.J., Costa T.L., Santos A.A., Silva R.S., Galdino T.V.S., Picanço M.C. (2019). Geostatistical analysis as essential information for efficient decision making in *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) control in apple orchards. **Crop Protection**, 120: 50-57.
- Renwick J.A.A., Chew F.S. (1994). Oviposition behavior in Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, 39: 377-400.
- Ribeiro J.L., Val A.D.B, Araújo Neto P.R. (2009). **Implantação e manejo da cultura do cajueiro-anão-precoce na região Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa.
- Rosado J.F., Sarmiento R.A., Pedro-Neto M., Galdino T.V., Marques R.V., Erasmo E.A.L., Picanço M.C. (2014). Sampling plans for pest mites on physic nut. **Experimental and Applied Acarology**, 63: 521-534.
- Sidney M., Brown K., Judd G.J.R., Gries G. (2008). Stimuli affecting selection of oviposition sites by female peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology**, 132: 538-544.
- Silva G.A., Picanço M.C., Bacci L., Crespo A.L.B., Rosado J.F., Guedes R.N.C. (2011). Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Management Science**, 67: 913-920.

Silva Jr. F.S., Lopes M.C., Farias E.S., Sarmiento R.A., Pereira P.S., Picanço M.C. (2020). Standardized sampling plan for common blossom thrips management in melon fields from north Brazil. **Crop Protection**, 134: DOI 10.1016/j.cropro.2020.105179.

Southwood T.R.E. (1978). **Ecological methods**. London: Chapman & Hall, 524p.

Sucupira N.R., Sabino L.B.S., Gondim Neto L., Gouveia S.T., Figueiredo R.W., Maia G.A., Sousa P.H.M. (2020). Evaluation of cooking methods on the bioactive compounds of cashew apple fibre and its application in plant-based foods. **Heliyon**, 6: (11), DOI 10.1016/j.heliyon.2020.e05346.

Young L.J., Young J.H. (1990). A spatial view of the negative binomial parameter k when describing insect populations. In: Milliken G.A. (Ed.), **Conference on Applied Statistics in Agriculture**, Manhattan: Kansas State University. p.13-20.

Young L.J., Young J.H. (1998). **Statistical ecology: a population perspective**. Boston: Kluwer Academic Publishers.