



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS ARARAS

Propagação e controle de ***Anredera cordifolia* (Ten.) Stennis**

João Paulo Ruvieri San Gregorio
Engenheiro Agrônomo

Araras – SP – Brasil

2020

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS ARARAS**

**Propagação e controle de
Anredera cordifolia (Ten.) Stennis**

João Paulo Ruvieri San Gregorio
Engenheiro Agrônomo

Araras – SP – Brasil

Junho de 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS ARARAS

Propagação e controle de
***Anredera cordifolia* (Ten.) Stennis**

João Paulo Ruvieri San Gregorio

Orientadora: Prof^a Dr^a Patricia Andrea Monquero

Coorientador: Prof^o Dr. Paulo Vinícius da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de São Carlos para a obtenção do título de Mestre em Agricultura e Ambiente.

Araras – SP – Brasil

Junho de 2020

San Gregorio, João Paulo Ruvieri

Propagação e controle de *Anredera cordifolia* (Ten.) Stennis /
João Paulo Ruvieri San Gregorio -- 2020.
50f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus Araras, Araras
Orientador (a): Patricia Andrea Monquero
Banca Examinadora: Carlos Alberto Mathias Azania, Fernando
César Sala
Bibliografia

1. Agricultura. 2. Biologia de plantas. 3. Controle de plantas. I. San
Gregorio, João Paulo Ruvieri. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8 7083



Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato João Paulo Ruvieri San Gregorio, realizada em 22/06/2020.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Patricia Andrea Monquero (UFSCar)

Prof. Dr. Fernando César Sala (UFSCar)

P/

Prof. Dr. Carlos Alberto Mathias Azania (IAC)

P/

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

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção, saúde e sabedoria.

Aos meus maiores apoiadores e incentivadores que me entusiasmam a ser cada vez melhor, minha família: meus pais, João Mateus San Gregorio e Marlene R. San Gregorio, meus irmãos Vinícius Matheus R. San Gregorio e Letícia R. San Gregorio e minha avó Conceição Ferreira San Gregorio, a quem tenho grande admiração.

À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente (PPGAA) a quem sou grato pela oportunidade e pelo aprendizado.

À minha orientadora Prof^a Dr^a Patrícia Andrea Monquero e coorientador Prof. Dr. Paulo Vinícius da Silva pela disposição e confiança. À minha primeira mentora na vida acadêmica, quem se tornou uma grande amiga e influenciadora: Prof^a Dr^a Marineide Mendonça Aguilera. À Prof^a Dr^a Kayna Agostini, coordenadora do PPGAA, a quem tenho grande apreço.

Aos que colaboraram com a realização deste estudo: Professores Dr. Victor Augusto Forti, Dr^a Josiane Rodrigues e ao aluno de Graduação em Biotecnologia Nicolás Moreira Pioto, meu grande amigo e irmão, pelo apoio e pela convivência excepcional durante esse período. Aos Professores que compuseram a banca avaliadora de qualificação e de defesa: Dr. Carlos Alberto Mathias Azania, Dr. Fernando César Sala e Dr. Ricardo Toshio Fujihara. Ao Grupo de Estudos em Ciências Agrárias pela contribuição e à Fazenda da Serra, na pessoa da Eng^a Agrônoma Andrea Ferrari, pela hospitalidade e disposição.

Aos grandes amigos pelo companheirismo e pela incrível convivência que têm contribuído com meu crescimento pessoal: Alan Cassimiro de Oliveira, André Riul, Danielle de Oliveira Tavares, Flávia Paschino Bissoto, Gabriel Felício Micali, João Lucas Moreira, Jessyca Barros, Larissa Bichuette, Leonardo Fuzaro, Letícia Orsi e Pedro Carneiro.

Muito obrigado!

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

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3. OBJETIVOS	10
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO I - Influência da variação da massa e das diferentes profundidades de plantio de bulbilho aéreo no crescimento e desenvolvimento de <i>Anredera cordifolia</i>	14
RESUMO	14
INTRODUÇÃO	15
MATERIAIS E MÉTODOS	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
CAPÍTULO II - Efeito de herbicidas no controle em pré e pós-emergência das plantas de <i>Anredera cordifolia</i>	33
RESUMO	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
5. CONCLUSÃO GERAL.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estruturas morfológicas e hábito das plantas de *Anredera cordifolia*: a – vista de perto da folha em forma de coração e haste mais jovem avermelhada; b – vista de perto das folhas em forma de coração; c – vista de perto de um bulbilho aéreo e da haste mais jovem avermelhada; d – hastes mais velhas com bulbilhos aéreos formando cachos; e – inflorescências jovens; f – vista de perto das flores; g – vista de perto das hastes enroladas; h – hábito trepador das plantas utilizando uma árvore como suporte.4

Figura 2. Esquema representativo sem escala da unidade amostral utilizada no experimento 1. Bandeja com capacidade de volume de 2,5 L comendo duas repetições de um mesmo tratamento com o plantio de 5 bulbilhos de *Anredera cordifolia* cada. Dimensões: a – altura; b – comprimento; c – largura; d – distância entre bulbilhos para plantio. 17

Figura 3. Esquema representativo sem escala da unidade amostral utilizada no experimento 2. Vaso com capacidade de volume de 30 L comendo duas repetições de um mesmo tratamento com o plantio de 5 bulbilhos de *Anredera cordifolia* cada. Dimensões: a – altura; b – distância entre bulbilhos para plantio..... 19

Figura 4. Aspectos de crescimento e desenvolvimento de plantas de *Anredera cordifolia* analisados sob o efeito das diferentes massas de bulbilhos divididos em classes (C1: 0 a \leq 0,6 g; C2: $>0,6$ a \leq 1,5 g; C3: $>1,5$ a \leq 3,0 g e C4: $>3,0$ a \leq 12,0 g) plantados em bandejas conduzidas em casa-de-vegetação no município de Araras-SP: a - porcentagem da composição amostral (CA), b - porcentagem de bulbilhos viáveis (BV), c - número de hastes por bulbilho (NH/B), d - comprimento médio da haste (CMH), e - massa seca da parte aérea (MSPA) e f - índice de velocidade de emergência (IVE). † Letras diferentes na coluna indicam que há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. ‡ Letras diferentes na coluna indicam que há diferença significativa entre as médias pelo teste de Nemenyi ao nível de 5% de significância. § CV transformado pela transformação de Box & Cox (1964). CV: coeficiente de variação.....21

Figura 5. Bulbilhos aéreos de *Anredera cordifolia* em seus diversos formatos e tamanhos divididos em classes de massa: C1 (0 a \leq 0,6 g); C2 ($>0,6$ a \leq 1,5 g); C3

(>1,5 a \leq 3,0 g) e C4 (>3,0 a \leq 12,0 g), coletados em área produtiva de café parcialmente infestada entre os municípios de Caconde-SP e Poços de Caldas-MG, Brasil.22

Figura 6. Curva de regressão para o número de hastes por bulbilho (NH/B) de *Anredera cordifolia* nas diferentes profundidades estudadas (0, 3, 6, 10, 15, 20 e 30 cm) em vasos conduzidos em casa-de-vegetação no município de Araras-SP, Brasil.27

Figura 7. Curva de regressão para o índice de velocidade de emergência (IVE) das plantas de *Anredera cordifolia* provenientes de bulbilhos aéreos plantados nas diferentes profundidades estudadas (0, 3, 6, 10, 15, 20 e 30 cm) em vasos conduzidos em casa-de-vegetação no município de Araras-SP, Brasil.28

Figura 8. Esquema representativo sem escala da unidade amostral utilizada no experimento 1. Vaso com capacidade de volume de 10 L com o plantio de 5 bulbilhos de *Anredera cordifolia*. a – distância entre bulbilhos para plantio.37

Figura 9. Esquema representativo sem escala da unidade amostral utilizada no experimento 2. Vaso com capacidade de volume de 10 L com o plantio de 4 bulbilhos viáveis de *Anredera cordifolia*. a – distância entre bulbilhos para plantio. .38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Quadro da análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância da variável controle em pós-emergências das plantas de *Anredera cordifolia* submetidas à aplicação de herbicidas, tendo sido avaliadas durante um período de cinco semanas após aplicação em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 (herbicidas) X 5 (períodos).....40
- Tabela 2.** Média das variáveis analisadas durante cinco semanas após aplicações de diferentes herbicidas em suas doses comerciais sobre as plantas de *Anredera cordifolia* (pós-emergência): porcentagem de controle (C) de acordo com a escala de ALAM (1974) e massa seca da parte aérea (MSPA).40
- Tabela 3.** Média do número de brotos por bulbilhos (NB/B) de *Anredera cordifolia* emitidos após 7 semanas da aplicação de diferentes herbicidas em suas doses comerciais (pré-emergência).....44

Propagação e controle de *Anredera cordifolia* (Ten.) Stennis

RESUMO

Anredera cordifolia (Ten.) Stennis (bertalha-coração) é uma trepadeira suculenta que produz estruturas vegetativas em sua haste, denominadas bulbilhos aéreos que são responsáveis pela dispersão dessa espécie. Essa planta vem se tornando uma possível invasora na agricultura brasileira com registros de prejuízos em cultivos de café. Objetivou-se estudar a influência da variação dimensional e de diferentes profundidades de plantio de bulbilhos aéreos sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas de *A. cordifolia*, como também, estudar a influência do efeito de herbicidas no controle em pré e pós-emergência das plantas de *A. cordifolia*. Todos os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação. Experimentos destinados ao estudo da propagação: No experimento 1 utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro classes de massa (previamente estabelecidas) de bulbilhos aéreos: C1 (0 a \leq 0,6g), C2 ($>$ 0,6 a \leq 1,5g), C3 ($>$ 1,5 a \leq 3,0g) e C4 ($>$ 3,0 a \leq 12,0g), observando-se a porcentagem de bulbilhos viáveis (BV), o número de hastes por bulbilhos (NH/B), o comprimento médio da haste (CMH), a massa seca da parte aérea (MSPA) e o índice de velocidade de emergência (IVE). Para o experimento 2 utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Verificou-se a emissão de plantas pelos bulbilhos plantados em sete profundidades diferentes (0, 3, 6, 10, 15, 20 e 30 cm), foram observados o NH/B e o IVE. Experimentos destinados ao estudo do manejo de plantas em vasos: No experimento 1 foi determinada a porcentagem de controle e a MSPA após a aplicação em pós-emergência na dose comercial dos herbicidas: clorimuron-ethyl (20 g i.a. ha⁻¹), flumioxazina (25 g i.a. ha⁻¹), glifosato (2,4 g i.a. ha⁻¹), metsulfuron-methyl (6 g i.a. ha⁻¹), saflufenacil (70 g i.a. ha⁻¹) e glifosato + saflufenacil (1,44 g i.a. ha⁻¹ + 49 g i.a. ha⁻¹) em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (herbicidas X períodos), com quatro repetições. No experimento 2 o número de brotações por bulbilho (NB/B) foi observado após a aplicação dos herbicidas: flumioxazina (120 g i.a. ha⁻¹), imazapique (122,5 g i.a. ha⁻¹), indaziflan (92,5 g i.a. ha⁻¹), metribuzin (960 g i.a. ha⁻¹), sulfentrazone (700 g i.a. ha⁻¹) e tebuthiuron (1200 g i.a. ha⁻¹) em pré-emergência das plantas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Plantas provenientes de bulbilhos com maior massa possuem um rápido crescimento e estabelecimento; o estabelecimento dos bulbilhos aéreos na superfície do solo possui maior chance de emissão de plantas com rápido crescimento; plantas de *A. cordifolia* tiveram cerca de 80% de controle quando submetidas à mistura de herbicidas glifosato + saflufenacil.

Palavras-chave: madeira vine; binahong; planta daninha; propágulo; Brasil.

Propagation and control of *Anredera cordifolia* (Ten.) Stennis

ABSTRACT

Anredera cordifolia (Ten.) Stennis (Madeira vine) is a succulent vine that produces vegetative structures on its stem, called aerial bulbils that are responsible for the dispersion of this species. This plant has become a possible invader in Brazilian agriculture with records of losses in coffee crops. The objective of this study was to study the influence of dimensional variation and different depths of planting aerial bulbils on the growth and development of *A. cordifolia* plants, as well as to study the influence of the effect of herbicides on pre and post emergence control of plants. All experiments were carried out in a greenhouse. Experiments for the study of propagation: In experiment 1, a completely randomized design with six replications was used. The treatments consisted of four mass classes (previously established) of aerial bulbils: C1 (0 to ≤ 0.6 g), C2 (> 0.6 to ≤ 1.5 g), C3 (> 1.5 to ≤ 3.0 g) and C4 (> 3.0 to ≤ 12.0 g), observing the percentage of viable bulbils (BV), the number of stems per bulbillus (NH/B), the average stem length (CMH), the aerial part dry mass (MSPA) and the emergency speed index (IVE). For experiment 2, a completely randomized design with four replications was used. The emission of plants by bulbilli planted at seven different depths (0, 3, 6, 10, 15, 20 and 30 cm) was verified, NH/B and IVE were observed. Experiments designed to study the management of potted plants: In experiment 1, the control percentage and the MSPA were determined after application in post-emergence in the commercial dose of the herbicides: chlorimuron-ethyl ($20 \text{ g a.i. ha}^{-1}$), flumioxazin ($25 \text{ g a.i. ha}^{-1}$), glyphosate ($2.4 \text{ g a.i. ha}^{-1}$), metsulfuron-methyl (6 g a.i. ha^{-1}), saflufenacil ($70 \text{ g a.i. ha}^{-1}$) and glyphosate + saflufenacil ($1.44 \text{ g a.i. ha}^{-1} + 49 \text{ g a.i. ha}^{-1}$) in a completely randomized design in a factorial scheme (herbicides X periods), with four replications. In experiment 2, the number of shoots per bulb (NB/B) was observed after the application of the herbicides: flumioxazin ($120 \text{ g a.i. ha}^{-1}$), imazapic ($122.5 \text{ g a.i. ha}^{-1}$), indaziflan ($92.5 \text{ g a.i. ha}^{-1}$), metribuzin ($960 \text{ g a.i. ha}^{-1}$), sulfentrazone ($700 \text{ g a.i. ha}^{-1}$) and tebuthiuron ($1200 \text{ g a.i. ha}^{-1}$) in pre-emergence of the plants in a completely randomized design, with four replications. Plants from bulbils with greater mass have a fast growth and establishment; the establishment of aerial bulbils on the soil surface has a greater chance of emission of plants with rapid growth; *A. cordifolia* plants had about 80% control when subjected to the mixture of glyphosate + saflufenacil herbicides.

Keywords: binahong; weed plant; plant propagule; Brazil.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Anredera cordifolia* (Ten.) Stennis, comumente conhecida no Brasil por bertalha-coração e ora-pronobis-sem-espinho, é uma planta trepadeira suculenta nativa de uma área na América do Sul onde compreende a região sul do Brasil. Essa planta é utilizada na alimentação humana, como planta ornamental e na medicina popular (SUKANDAR, FIDRIANNY & ADIWIBOWO, 2011; DJAMIL et al., 2012).

Produtores de café da região do Sul de Minas Gerais, Brasil, vêm relatando a ocorrência de *A. cordifolia* sobre as plantas de café, apesar de ser uma planta nativa do Brasil ainda não havia sido relatado prejuízos causados na agricultura brasileira. Moreira & Bragança (2011) afirmaram que a espécie pode ser encontrada em cultivos de café e frutíferas arbustivas como os citros, preferencialmente em áreas sombreadas.

A. cordifolia se utiliza do tronco das plantas arbustivas como suporte, podendo tomar toda a copa e em áreas de pouso podem cobrir o solo. Suas principais consequências são: a restrição da iluminação sobre outras plantas, evitar a germinação de outras plantas e derrubar árvores, por isso tem sido descrita como uma “planta invasora devastadora” que pode “destruir uma floresta tropical” (Centre for Agriculture and Bioscience International - CABI, 2013).

Estudos referentes à morfologia e fisiologia de *A. cordifolia* mostram que essa planta possui dificuldade na translocação de herbicidas nas folhas e bulbilhos. Essa característica sugere que *A. cordifolia* seja uma potencial planta invasora com crescimento rápido e com capacidade de sobreposição a outras plantas devido ao seu hábito trepador (STARR, STARR & LOOPE, 2003; BOYNE, OSUNKOYA & SCHARASCHKI, 2013; VIEIRA et al., 2018).

Trabalhos envolvendo a biologia e manejo dessa espécie no Brasil são escassos. A crescente infestação de cultivos agrícolas pela espécie requer a busca por um manejo adequado e eficaz, já que produtores vêm relatando sua rápida dispersão e disseminação, causando perdas na produção. Estudos relativos ao crescimento e desenvolvimento poderão contribuir na descrição, caracterização do comportamento e da dinâmica populacional dessa espécie.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Anredera cordifolia (Ten.) Stennis é uma planta pertencente à família Basellaceae, uma pequena família de Eudicotiledôneas posicionada em Caryophyllales (APG IV, 2016). Basellaceae agrupa 19 espécies distribuídas em quatro gêneros: *Basella* L., *Tournonia* Moq., *Ullucus* Caldas e *Anredera* Juss. (CHRISTENHUSZ & BYNG, 2016).

A. cordifolia é nativa de uma área situada na porção central e oriental da América do Sul, mais especificamente na Bolívia, Paraguai, Uruguai, norte da Argentina e o sul do Brasil, que abrange os estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (United State Department of Agriculture – Natural Resources Conservation Service - USDA-NRCS, 2013).

Ela foi globalmente introduzida, podendo ser encontrada nos cinco continentes: África, Ásia, América, Europa e Oceania (CABI, 2013). A ocorrência de *A. cordifolia* no Brasil foi também confirmada nas regiões Nordeste (Bahia, Ceará e Pernambuco), Centro-Oeste (Mato Grosso do Sul), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) e Sul (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina); sendo encontrada no Cerrado, Mata Atlântica e Pampa, distribuída em áreas antrópicas, florestas e restinga (PELLEGRINI & IMIG, 2019).

A. cordifolia é mundialmente conhecida por 'madeira vine', mas têm sido diversos os nomes que essa espécie vem recebendo. Pode-se encontrar na língua inglesa termos referindo-se à essa espécie como: 'basell-potatoes', 'bridal wreath', 'lamb's tails', 'mignonette vine' e 'potato vine'; já na língua espanhola é chamada de: 'anredera', 'enredadera del mosquito' e 'parra de madeira'. Alguns nomes encontrados ao redor do mundo são: 'madeira vine' na América do Sul, 'binahong' na Indonésia e 'dhen san chi' na China. No Brasil *A. cordifolia* é conhecida popularmente por bertalha-coração (SUKANDAR, FIDRIANNY & ADIWIBOWO, 2011; USDA-NRCS, 2013; CABI, 2013).

As principais sinonímias dessa espécie são: *Boussingaultia cordifolia* Ten., *Boussingaultia cordata* Spreng. e *Boussingaultia gracilis* var. *pseudobaselloides* (Hauman) L.H.Bailey (PELLEGRINI & IMIG, 2019).

A. cordifolia é uma trepadeira (Figura 1-h) terrícola herbácea e perene que apresenta bulbilhos aéreos. Suas hastes (Figura 1-a e Figura 1-c) são avermelhadas e finas, podendo chegar a 6 m de altura. As folhas (Figura 1-a e Figura 1-b) são ovais ou em forma de coração de coloração verde clara e brilhante com

comprimento variando de 2 a 13 cm e largura de 1 a 11 cm, largamente ovadas, pouco suculentas a suculentas com margem frequentemente virada para dentro ou plana quando seca. Os bulbilhos aéreos (Figura 1-c) são produzidos na haste. A espécie apresenta inflorescência (Figura 1-e) com flores (Figura 1-f) de cor branca, odoríferas formando frutos secos (STARR, STARR & LOOPE, 2003; Pacific Islands Ecosystems at Risk - PIER, 2013; PELLEGRINI & IMIG, 2019).

A principal via de reprodução dessa espécie é a vegetativa (assexuada) por meio de bulbilhos subterrâneos e aéreos. Nas hastes há a formação de muitos bulbilhos aéreos, podendo formar cachos (Figura 1-d). Os bulbilhos possuem alta capacidade de sobrevivência. No solo foi relatada alta densidade de propágulos, superior a 1500 bulbilhos por m² (STARR, STARR & LOOPE, 2003).

A produção de flores masculinas e femininas foi relatada, porém raramente as plantas se reproduzem sexualmente, mesmo com a visitação de polinizadores (STARR, STARR & LOOPE, 2003). No entanto, foi observada a produção de plântulas via semente pela primeira vez em 1999, sugerindo que deve ser levada em consideração a produção de sementes, dispersão e construção de banco de sementes no solo (SWARBRICK, 1999).

As principais vias de dispersão e disseminação de *A. cordifolia* ocorrem pela gravidade, água e pelo homem (DUNPHY, 1991). O cultivo para fins ornamentais levou os humanos a propagarem essa espécie de forma intencional, pensa-se que o transporte de *A. cordifolia* para a Europa ocorreu via comerciantes espanhóis e portugueses (SPERLING, 1987). A disseminação não intencional em áreas naturais e de longas distâncias ocorreu pelo despejo de resíduos de jardins contendo propágulos de *A. cordifolia* (STARR, STARR & LOOPE, 2003).



Trevor James

a



Trevor James

b



Sheldon Navie

c



Sheldon Navie

d



Sheldon Navie

e



Sheldon Navie

f



John Hosking

g



John Hosking

h

Figura 1. Estruturas morfológicas e hábito das plantas de *Anredera cordifolia*: a – vista de perto da folha em forma de coração e haste mais jovem avermelhada; b – vista de perto das folhas em forma de coração; c – vista de perto de um bulbilho aéreo e da haste mais jovem avermelhada; d – hastes mais velhas com bulbilhos aéreos formando cachos; e – inflorescências jovens; f – vista de perto das flores; g – vista de perto das hastes enroladas; h – hábito trepador das plantas utilizando uma árvore como suporte.

A dispersão secundária desses bulbilhos pode ocorrer após eventos de inundação ou outros distúrbios (PALLIN 2000, VIVIAN-SMITH E PANETTA 2002). Suspeita-se que houve dispersão via correntes marítimas (WEST, 2002), porém testes relativos à tolerância à salinidade não foram encontrados.

A dispersão de propágulos via água doce foi observada por Vivian-Smith & Panetta (2002) com testes relativos à flutuabilidade de bulbilhos colocados em gaiolas flutuantes em uma lagoa experimental durante 30 dias. Eles apresentaram baixa flutuabilidade, a maioria dos bulbilhos afundou em menos de um dia. Apenas dois dos 375 bulbilhos testados permaneceram flutuantes e viáveis durante os 30 dias, sugerindo que uma dispersão individual ocasional a longa distância é possível de ocorrer. Cerca de 33% dos bulbilhos testados sobreviveram aos 30 dias na água, o que indica que a viabilidade dos bulbilhos após prolongada inundação pode ser significativa. É provável que *A. cordifolia* seja dispersa por grandes eventos de inundação, quando a vegetação desalojada do solo contenha bulbilhos de *A. cordifolia*.

A. cordifolia é cultivada na sua grande parte por agricultores familiares que conservam o conhecimento sobre o seu cultivo e consumo (BRASIL, 2011). Essa espécie é considerada uma planta alimentícia não-convencional (PANC), podendo-se utilizar os bulbilhos e folhas na alimentação (SILVA et al., 2015). Além do uso na alimentação humana, as folhas e bulbilhos dessa espécie são utilizados na medicina popular (MOREIRA & BRANGANÇA, 2011). São diversos os usos terapêuticos das folhas de *A. cordifolia* como no tratamento de anemias (KINUPP & LORENZI, 2014), possui ação analgésica, hipoglicemiante (ESPADA, RODRIGUEZ & JIMÉNEZ, 1997), anti-inflamatória, antiviral (KIM & CHOUNG, 2012). A água dos bulbilhos tem sido utilizada no tratamento de tosse (SILVA et al., 2015).

Em contrapartida, *A. cordifolia* possui um histórico de planta invasora em regiões de climas quentes e úmidos, tendo crescimento vegetativo agressivo e capacidade de escalada que compete com outra vegetação, substituindo-a ou cobrindo-a de modo a interferir na fotossíntese (STARR, STARR & LOOPE, 2003). Apesar de ser nativa de climas temperados quentes, é adaptável a outros climas como mediterrâneo, subtropicais e tropicais. A precipitação média anual em sua distribuição nativa é de 500-2000 mm, e as temperaturas médias são de 20-35°C no verão do hemisfério sul em janeiro, e 10-30°C em julho (CABI, 2013).

A. cordifolia pode trazer riscos e impactos à agricultura e ao meio ambiente devido aspectos, tais como, adaptabilidade a diferentes ambientes; tolerar ou se beneficiar de cultivos agrícolas, danos físicos e incêndio; pioneirismo em áreas perturbadas; rápido crescimento; alto potencial reprodutivo, seus propágulos podem permanecer viáveis por mais de um ano; reprodução assexuada e alta variabilidade genética (CABI, 2013). Como planta invasora, cresce com frequência sobre plantas cultivadas como, por exemplo, café e frutíferas arbustivas como os citros (MOREIRA & BRAGANÇA, 2011).

Alguns dos impactos observados são: modificação de padrões de sucessão ecológica, formação de monocultura, impacto negativo à silvicultura e ao turismo, redução da biodiversidade nativa, impacto a espécies ameaçadas e nativas. A planta utiliza-se de mecanismos como a competição e monopolização de recursos, ocasionando o sombreamento, fechamento da copa de plantas arbustivas de modo a afetar a fotossíntese e crescimento rápido (CABI, 2013).

Na Nova Zelândia é proibida a propagação, distribuição e venda dessa planta (HALEY, 1997). Em 1999 o Conselho Regional de Auckland definiu áreas de total controle dessa espécie, que obriga os ocupantes a controlar infestações em suas terras e áreas de vigilância nacional, e nesse caso os ocupantes são incentivados a fazer o controle ou remoção da planta, mas sem obrigação legal (STARR, STARR & LOOPE, 2003). West (2002) relatou a remoção de 7,5 toneladas de propágulos de *A. cordifolia* em uma tentativa de erradicação que durou quatro anos em dois locais com alta infestação em Raoul Island, Nova Zelândia.

Na Austrália, é considerada uma planta prejudicial ao meio ambiente e não deve ser vendida, espalhada ou distribuída conscientemente (STARR, STARR & LOOPE, 2003). Downey, Scanlon & Hosking (2010) avaliaram 1665 espécies naturalizadas na Austrália para determinar o nível de ameaça e capacidade de causar impacto nas espécies nativas, tendo sido 340 consideradas invasivas, conhecidas em diversas localidades e prejudiciais ao meio ambiente. Foi estabelecida uma lista priorizada por meio de uma modelagem, que identificou três espécies extremas e 19 de alta prioridade em relação à sua capacidade de causar impactos negativos sobre a biodiversidade. *A. cordifolia* estava entre as três espécies extremas.

A. cordifolia tornou-se uma potencial espécie “transformadora” em habitats naturais ou seminaturais na África do Sul, com ecossistemas ribeirinhos propensos à

invasão (VIVIAN-SMITH & PANETTA, 2002). A Lei de Conservação dos Recursos Agrícolas da África do Sul lista *A. cordifolia* como uma planta invasora proibida em qualquer área sul-africana e sempre que possível deve ser controlada ou erradicada (HENDERSON, 2001).

Como medida sanitária, foi aconselhado não plantar ou espalhar essa espécie para novas áreas e os bulbilhos não deveriam ser descartados em áreas não infectadas. O controle de *A. cordifolia* tem se mostrado difícil. A retirada das plantas por catação ocorre por meio da remoção de todas as partes da planta (STARR, STARR & LOOPE, 2003) devendo ser queimadas ou colocadas em saco para “cozimento” ao sol (PIER, 2013). Tem sido observado um efeito ineficaz de herbicidas sobre as plantas de *A. cordifolia*, podendo estar relacionado aos numerosos bulbilhos e raízes, folhas cerosas e suculentas que limitam a absorção de herbicidas (STARR, STARR & LOOPE, 2003), porém há registros de bons índices de controle da espécie por herbicidas como o glifosato e o metsulfuron-methyl (WEBB & HARRINGTON, 2005).

Salazar (2013), com base em suas observações, na troca de experiência com agricultores e em trabalhos na literatura (STARR, STARR & LOOPE, 2003; WEBB & HARRINGTON, 2005; VIVIAN-SMITH et al., 2007), propõe uma recomendação de manejo de *A. cordifolia* em cafezais. Essa recomendação foi destinada a ações preventivas, culturais e que tendem à erradicação dessa planta invasora.

Primeiramente identifica-se a espécie no campo, evitando leva-la de um lugar para outro, também deve-se levar em consideração que plantas invasoras e parasitas ocorrem com maior intensidade em plantações com longa data e por isso é recomendado renovar o cafezal de maneira adequada e oportuna (SALAZAR, 2013).

Para evitar o avanço do crescimento dessa planta invasora recomenda-se fazer o manejo oportuno e recolher os bulbilhos basais e aéreos da área, sujeitando-os a altas temperaturas por meio do processo de solarização ou congelar os bulbilhos por 24h ou fervê-los por vários minutos. Deve-se, também, evitar o descarte dos bulbilhos ao ar livre ou em estradas, levando em consideração que eles podem ser facilmente dispersos por veículos, gravidade, água, animais e tráfego de pessoas (SALAZAR, 2013).

Outra ação preventiva é evitar que a planta invasora atinja o estado de produção de bulbilhos, porém, quando já se observa produção de bulbilhos aéreos recomenda-se manuseio cuidadoso para evitar que caiam no chão, e considerar que

uma lona no chão pode prevenir descuidos. Os bulbilhos subterrâneos estão localizados superficialmente na saia do café, deve-se, portanto, evitar utilização de enxada, pois estimula dispersão dos bulbilhos subterrâneos (SALAZAR, 2013).

Os herbicidas quando penetram na planta agem inibindo funções fisiológicas importantes para uma determinada espécie vegetal. Os herbicidas descritos a seguir fizeram parte do presente trabalho. A flumioxazina, saflufenacil e sulfentrazone atuam degradando a membrana celular, eles não se translocam na planta, ou seja, são moléculas chamadas de herbicidas de contato. Esses herbicidas possuem um mecanismo de ação que inibe a protoporfirina oxidase (PROTOX), uma enzima presente nos cloroplastos das plantas, bloqueando a produção de clorofila e de compostos necessários para a transferência de elétrons (MARKWELL et al., 2006 apud MARCHI, MARCHI & GUIMARÃES, 2008). O resultado das reações desencadeadas pela inibição da enzima PROTOX é a perda de clorofila, dos carotenoides e o rompimento das membranas, causando o vazamento do fluido celular (VIDAL, 1997; HESS, 2000; OLIVEIRA JUNIOR & CONSTANTIN, 2001).

Os herbicidas metsulfuron-methyl, clorimuron-ethyl, imazapique e glifosato atuam regulando o crescimento das plantas e são herbicidas sistêmicos, exceto o glifosato, ou seja, translocam-se na planta. O metsulfuron-methyl, clorimuron-ethyl e imazapique inibem a síntese de aminoácidos de cadeia ramificada, através da inibição da enzima acetolactato sintetase (ALS) que catalisa o primeiro passo na síntese dos aminoácidos leucina, isoleucina e valina, componentes essenciais em proteínas e na produção de novas células (VIDAL, 1997; ZHOU Et al., 2007).

Já o glifosato inibe a síntese de aminoácidos aromáticos (tirosina, triptofano e fenilalanina), ou seja, atuam inibindo a enzima enolpiruvil-shikimato-fosfato sintetase (EPSPS). Esses aminoácidos são precursores de compostos que têm funções essenciais nas plantas (STEPHENSON et al. 2006) como proteínas essenciais para o crescimento da planta que formam compostos, tais como hormônios e flavonoides (ROSS & CHILDS, 1995).

O metribuzin e o tebuthiuron, ambos sistêmicos, são herbicidas que atua na interrupção da fotossíntese por meio da inibição do fotossistema II, interrompendo o fluxo de elétrons e acentuando a carga energética da clorofila, com isso ocorre a formação de radicais livres (ROSS & CHILD, 1995; PETERSON et al., 2001), ocasionando a morte das plantas pela peroxidação de lipídeos na membrana.

O indaziflam é um ingrediente ativo pertencente ao grupo químico “alkylazine” e inibe a biossíntese de celulose nas paredes celulares das células vegetais afetando a sua formação e manutenção (TOMPKINS, 2010). Esse herbicida controla monocotiledôneas e eudicotiledôneas, em pré ou em pós-emergência inicial (BROSNAN et al., 2012), Outra característica importante do indaziflam é seu elevado período residual no solo, sendo superior a 150 dias, persistindo no solo por mais tempo em relação a outros herbicidas pré-emergentes, o que permite maior flexibilidade quanto à época de sua aplicação (KAAPRO & HALL, 2012).

3. OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi gerar conhecimento sobre a espécie *Anredera cordifolia*, possibilitando a utilização dos resultados para descrição e caracterização de aspectos da propagação, como também o seu controle quando uma planta invasora.

Objetivos específicos

a) Avaliação da influência da variação da massa dos bulbilhos aéreos nos aspectos de propagação relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plantas de *A. cordifolia*.

b) Avaliação da influência da variação de diferentes profundidades de plantio dos bulbilhos aéreos sobre a emissão de plantas.

c) Avaliação da influência do efeito de diferentes herbicidas aplicados em pós e pré-emergência.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG IV - THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. (2011). Cartilha de hortaliças não convencionais. *Empresa de pesquisa agropecuária de Minas Gerais (Epamig)*. Governo de Minas Gerais.
- BOYNE, R. L., OSUNKOYA, O. O., & SCHARASCHKIN, T. (2013). Variation in leaf structure of the invasive Madeira vine (*Anredera cordifolia*, Basellaceae) at different light levels. *Australian Journal of Botany*, 61(5), 412-417. <https://doi.org/10.1071/BT13083>
- BROSNAN, J. T., BREEDEN, G. K., MCCULLOUGH, P. E. & HENRY, G. M. (2012). PRE and POST control of annual bluegrass (*Poa annua*) with indaziflam. *Weed Technology*, Champaign, 26(1), 48-53.
- CABI - CENTRE FOR AGRICULTURE AND BIOSCIENCE INTERNATIONAL. (2013). Invasive Species Compendium: *Anredera cordifolia* (Madeira vine). Available from URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/112290>. Accessed 10 August 2019.
- CHRISTENHUSZ, M. J. M., & BYNG, J. W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201-217. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- DJAMIL, R. R., WAHYUDI, P. S., WAHONO, S., & HANAFI, M. (2012). Antioxidant activity of flavonoid from *Anredera cordifolia* (Ten) Steenis leaves. *International Research Journal of Pharmacy*, 3(9), 241-243.
- DOWNEY, P. O., SCANLON, T. J., & HOSKING, J. R. (2010). Prioritizing weed species based on their threat and ability to impact on biodiversity: a case study from New South Wales. *Plant Protection Quarterly*, 25(3), 111.
- DUNPHY, M. (1991). Rainforest weeds of the big scrub. In *Rainforest remnants: proceedings of a workshop on rainforest rehabilitation* (pp. 85-93). NSW National Parks and Wildlife Service.
- ESPADA, A., RIGUERA, R., & JIMÉNEZ, C. (1997). Boussingoside E, a new triterpenoid saponin from the tubers of *Boussingaultia baselloides*. *Journal of Natural Products*, 60(1), 17-19. <https://doi.org/10.1021/np960392g>
- HALEY, N. (1997). Weed Control Methods: *Anredera cordifolia*. New Zealand Department of Conservation, Environment BOP (Bay of Plenty Regional Council).
- HENDERSON, L. (2001). Alien Weeds and Invasive Plants: A Complete Guide to Declared Weeds and Invaders in South Africa. *Plant Protection Research Institute*. Agricultural Research Council, Pretoria, South Africa.

- KAAPRO, J., & HALL, J. (2012). Indaziflam - A new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. *Weed Science Research*, 18(2), 267-270.
- KIM, H., & CHOUNG, S. Y. (2012). Anti-obesity effects of *Boussingaulti gracilis* Miers var. *pseudobaselloides* Bailey via activation of AMP-activated protein kinase in 3T3-L1 cells. *Journal of Medicinal Food*, 15(9), 811-817. <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.2126>
- KINUPP, V. F., & LORENZI, H. (2014). Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. *Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo*.
- MOREIRA, H. J. C. & BRAGANÇA, H. B. N. (2011). Manual de identificação de plantas infestantes: *Anredra cordifolia*. *FMC Agricultural Products*, Campinas, 204-205. Available from URL: https://bibflora.medialab.ufg.br/wp-content/uploads/2017/05/manual_de_identificacao_de_plantas_infestantes_hortif_ruti.pdf. Accessed 20 August 2019.
- PALLIN, B. N. (2000). Ku-ring-gai Flying-fox Reserve: Habitat restoration project, 15 years on. *Ecological Management & Restoration*, 1(1), 10-20. <https://doi.org/10.1046/j.1442-8903.2000.00003.x>
- PELLEGRINI, M.O.O., & IMIG, D.C. (2019). Basellaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Available from URL: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB5558>. Accessed 15 July 2019.
- PIER - PACIFIC ISLANDS ECOSYSTEMS AT RISK. (2013). PIER Species List: *Anredera cordifolia*. Honolulu, Hawaii, USA: HEAR, University of Hawaii. Available from URL: http://www.hear.org/pier/species/anredera_cordifolia.htm. Accessed 20 August 2019.
- SALAZAR, L. F. (2013). Prevenga la infestación de la enredadera espinaca en los cafetales. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé) - Avances Técnicos Cenicafé*, 427. Available from URL: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/412/1/avt0427.pdf>. Accessed 20 August 2019.
- SILVA, D. B., NOUHUYS, I. S. V., KEHL, L. C., KELEN, M. E. B., & BRACK, P. (2015). Plantas alimentícias não convencionais (PANC): Hortaliças espontâneas e nativas. *Porto Alegre: UFRG*. Available from URL: <https://www.ufrgs.br/viveiroscomunitarios/wp-content/uploads/2015/11/Cartilha-15.11-online.pdf>. Accessed 20 August 2019.
- SPERLING C. R. (1987). Systematics of the Basellaceae. Ph. D. thesis Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA.
- STARR, F.; STARR, K.; LOOPE, L. (2003). *Anredera cordifolia*. United States Geological Survey Biological Resources Division, Haleakala Field Station. Available from URL:

http://hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/anredera_cordifolia.pdf. Accessed on 20 August 2019.

- SUKANDAR, E. Y., FIDRIANNY, I., & ADIWIBOWO, L. P. (2011). Efficacy of ethanol extract of *Anredera cordifolia* (Ten) Steenis leaves on improving kidney failure in rats. *International Journal of Pharmacology*, 7(8), 850-855. <https://doi.org/10.3923/ijp.2011.850.855>
- SWARBRICK, J.T. (1999). Seedling production by Madeira vine (*Anredera cordifolia*). *Plant Protection Quarterly*, 14(1), 38-39.
- TOMPKINS, J. (2010). Pesticide Fact Sheet: Indaziflam. *Environmental Protection Agency*. Unites States.
- USDA-NRCS - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. (2013). The Plants Database. *National Plant Data Center*. Available from URL: <https://plants.sc.egov.usda.gov/core/profile?symbol=ANCO6>. Accessed 20 August 2019.
- VIEIRA, A. C. M., CONCEIÇÃO, C. C. N., MOURA, M. R. L., SOARES, N. F., EMÍDIO, R. L. & ALMEIDA, T. V. P. A. (2018). Manual sobre plantas alimentícias não convencionais: Bertalha menor (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis): estudo morfológico, anatômico, microquímico e bromatológico. *Cerceav, Rio de Janeiro* 1, 80-122. <http://dx.doi.org/10.17655/9788567211879>
- VIVIAN-SMITH, G., LAWSON, B. E., TURNBULL, I., & DOWNEY, P. O. (2007). The biology of Australian weeds. 46. *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis. *Plant Protection Quarterly*, 22(1), 2.
- VIVIAN-SMITH, G., & PANETTA, D. (2002). Going with the flow: dispersal of invasive vines in coastal catchments. In: *Coast to coast*, 2002, 491-494.
- WEBB, H. J.; HARRINGTON, K. C. (2005). Control strategies for Madeira vine (*Anredera cordifolia*). *New Zealand Plant Protection*, 58, 169-173. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2005.58.4324>
- WEST, C. J. (2002). Eradication of alien plants on Raoul Island, Kermadec Islands, New Zealand. *Turning the tide: the eradication of invasive species*. Gland, IUCN, 365-373.

CAPÍTULO I - Influência da variação da massa e das diferentes profundidades de plantio de bulbilho aéreo no crescimento e desenvolvimento de *Anredera cordifolia*

RESUMO

Objetivou-se estudar a influência das variações da massa e de diferentes profundidades de plantio de bulbilhos aéreos no crescimento e desenvolvimento de *Anredera cordifolia* (Ten.) Stennis. Foram instalados dois experimentos em casa-de-vegetação. No experimento 1 utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro classes bulbilhos previamente estabelecidos, sendo: C1 ($0 \leq 0,6\text{g}$), C2 ($>0,6 \leq 1,5\text{g}$), C3 ($>1,5 \leq 3,0\text{g}$) e C4 ($>3,0 \leq 12,0\text{g}$). Para cada classe foram plantados cinco bulbilhos com espaçamento de 4 cm na profundidade de 3 cm em bandejas de 2,5 L. Foram avaliados a porcentagem de bulbilhos viáveis (BV), número de hastes por bulbilho (NH/B), comprimento médio da haste (CMH), massa seca da parte aérea (MSPA) e índice de velocidade de emergência (IVE). Para o experimento 2 utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Verificou-se a emissão de plantas pelos bulbilhos plantados em sete profundidades diferentes (0, 3, 6, 10, 15, 20 e 30 cm), tendo sido plantados cinco bulbilhos de Classes 1 e 2 com espaçamento de 4 cm em vasos de 30 L. Foram avaliados o NH/B e o IVE. Concluiu-se que plantas provenientes de bulbilhos com maior massa possuem um rápido crescimento e estabelecimento e dos bulbilhos aéreos na superfície do solo possui maior chance de emissão de plantas com rápido crescimento.

Palavras-chave: bertalha-coração; propágulo; biologia de planta daninha.

INTRODUÇÃO

Anredera cordifolia (Ten.) Stennis, popularmente conhecido por bertalha-coração na região sudeste do Brasil, é uma trepadeira suculenta, terrícola, nativa da América do Sul e têm sido muito invasiva em diversos países onde foi introduzida (CABI, 2013). *A. cordifolia* é conhecida por suas várias vias de reprodução, tendo sido a reprodução vegetativa, por meio de estruturas como os bulbilhos aéreos e subterrâneos, a principal forma de sobrevivência e do aumento populacional dessa espécie (Starr, Starr & Loope, 2003).

Os bulbilhos aéreos são estruturas de tamanhos e formatos variáveis que se desenvolvem na região nodal da haste e nas axilas das folhas (Vieira et al., 2018). Por serem a principal via de reprodução das plantas de *A. cordifolia*, os diferentes tamanhos e formatos de bulbilhos aéreos podem interferir na dinâmica populacional dessa espécie, porém dados referentes ao crescimento e desenvolvimento de *A. cordifolia* ainda são escassos e poderão contribuir para a descrição e caracterização dos seus aspectos biológicos.

Vieira et al. (2018) por meio de uma análise histoquímica de bulbilhos aéreos encontraram a presença de amiloplastos o que caracteriza os bulbilhos aéreos como órgãos de reserva. Outro resultado relevante encontrado foi o de caracterização anatômica dos bulbilhos, onde foram encontradas regiões de formação de tecido meristemático, sugerindo áreas de formação de gemas para o brotamento vegetativo. Esses resultados podem indicar que diferentes dimensões de bulbilhos podem influenciar na capacidade produtiva da planta.

Estudos referentes à avaliação do efeito da dimensão, viabilidade e das diferentes variáveis ambientais sobre o crescimento e na alocação de recursos dos bulbilhos poderão contribuir para o desenvolvimento de um padrão descritivo da dinâmica populacional da espécie (VIVIAN-SMITH et al., 2007). As características relacionadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas de *A. cordifolia* podem ajudar no manejo dessa planta em áreas de infestação. No Brasil, vem sendo relatada a identificação dessa espécie em cultivos de café na região sudeste do país por agricultores que buscam um manejo eficaz e adequado para conterem os possíveis prejuízos.

O objetivo deste capítulo foi estudar a influência da variação da massa e de diferentes profundidades de plantio de bulbilhos aéreos no crescimento e desenvolvimento de aspectos da propagação de *A. cordifolia*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Araras, localizado no município de Araras-SP, Brasil, durante o período de verão entre os meses de janeiro e maio de 2019.

Os bulbilhos aéreos de *Anredera cordifolia* foram coletados de forma aleatória, apanhando-os de hastes das trepadeiras em um cafezal parcialmente infestado com a planta invasora, situado entre os municípios de Caconde-SP e Poços de Caldas-MG, Brasil. A coleta foi feita um dia antes da instalação dos experimentos para que se mantivesse a integridade dos bulbilhos.

Os bulbilhos aéreos foram organizados e classificados em relação à sua massa. O presente trabalho utilizou de um critério autêntico para a divisão das classes, organizadas após a aferição individual da massa de cada bulbilho da amostra, baseado na quantidade limitante de bulbilhos de maiores massas. São escassos os trabalhos dessa natureza, como também há dificuldade em estabelecer padrões dimensionais gerais para os bulbilhos devido a variações que sofrem pelas circunstâncias do período de crescimento da planta, estação e pelas condições ambientais inerentes.

A amostra estudada consistiu de 1045 bulbilhos, agrupados nas seguintes classes de massas: C1 ($0 \leq 0,6$ g), C2 ($>0,6 \leq 1,5$ g), C3 ($>1,5 \leq 3,0$ g) e C4 ($>3,0 \leq 12,0$ g). Por se tratar de um intervalo entre massas, foi calculado o intervalo de confiança com nível de 95% de confiança, tendo sido obtidos os seguintes intervalos de confiança de massas para selecionar os bulbilhos que fizeram parte do experimento: C1 (0,29 e 0,32 g), C2 (0,96 e 1,03 g), C3 (1,99 e 2,12 g) e C4 (3,71 e 4,36 g).

Foram instalados dois experimentos em casa-de-vegetação do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental (DRNPA/UFSCar) para estudar o crescimento e desenvolvimento de *A. cordifolia*.

Foi utilizado como substrato solo peneirado que foi coletado na camada arável (0-20 cm) de um Latossolo Vermelho Escuro de textura argilosa. O solo foi coletado em áreas cujo histórico não apresentava qualquer aplicação de herbicida, como também não passou por processos de controle de microrganismos.

Experimento 1: Aspectos de propagação

Cada unidade experimental foi constituída por meia bandeja (cada bandeja compôs duas repetições de um mesmo tratamento), tendo cada bandeja capacidade de 2,5 L (20 X 30 X 5 cm) de solo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis repetições, constando os tratamentos de quatro classes previamente estabelecidas de quantidades (C1 a C4) de bulbilho aéreo de *A. cordifolia*. Avaliaram-se os efeitos da variação da massa do bulbilho sobre os aspectos do crescimento e desenvolvimento de *A. cordifolia*.

As bandejas foram preenchidas com o substrato previamente descrito e os bulbilhos foram plantados na profundidade de 3 cm. Para cada repetição foram considerados cinco bulbilhos de *A. cordifolia* com espaçamento de 4 cm entre eles (Figura 2). As bandejas foram mantidas por nove semanas com irrigação do tipo aspersão com vazão de 72 L h⁻¹ em quatro turnos de 10 min. por dia (às 8, 11, 15 e 18 h).

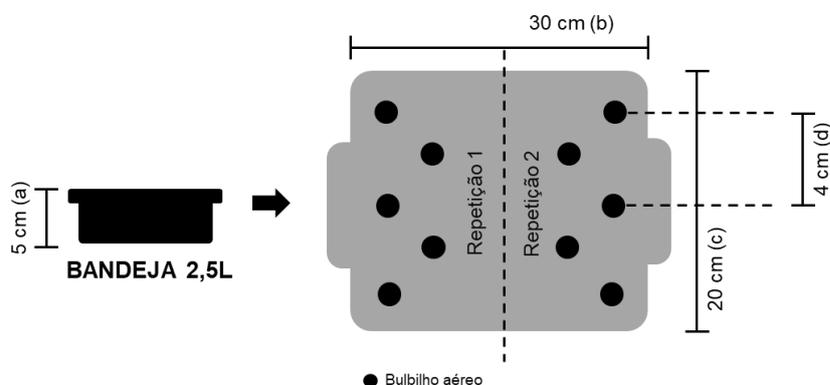


Figura 2. Esquema representativo sem escala da unidade amostral utilizada no experimento 1. Bandeja com capacidade de volume de 2,5 L compoendo duas repetições de um mesmo tratamento com o plantio de 5 bulbilhos de *Anredera cordifolia* cada. Dimensões: a – altura; b – comprimento; c – largura; d – distância entre bulbilhos para plantio.

Durante a condução do experimento, foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de bulbilhos viáveis (BV): ao final do experimento foi observada a quantidade de bulbilhos que emitiram plantas, considerando-se como plântula emersa àquelas com mais de 0,5 cm de altura, o BV foi calculado por meio da razão entre esses bulbilhos que emitiram plantas e os bulbilhos totais;

- Número de hastes por bulbilho (NH/B): um bulbilho pode emitir mais de uma haste, ou, dependendo de sua natureza, não emitir hastes, após realizar a contagem das hastes dos bulbilhos nas repetições de cada classe de bulbilho, foi calculada a média de hastes emitidas por um bulbilho de cada classe;
- Comprimento médio da haste (CMH): a aferição foi feita com o auxílio de uma régua, da base ao ápice da planta periodicamente, sendo obtida a média do comprimento da haste;
- Massa seca da parte aérea (MSPA): ao final do experimento a parte aérea das plantas foram coletadas cortando-se a base da planta e logo após colocadas em estufa a 60°C durante 48 h para secagem, posteriormente, com o auxílio de uma balança semi-analítica, aferiu-se a sua massa;
- Índice de velocidade de emergência (IVE): considerando a formula proposta por Maguire (1962), o IVE pôde ser obtido pela razão entre o número de plantas emergidas na contagem 1, 2, ..., n e o número de dias do plantio à contagem 1, 2, ..., n.

Para cada uma das variáveis analisadas foi realizada a análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos no experimento, sendo que o teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a pressuposição de normalidade e o teste de Levene foi aplicado para verificar a pressuposição de homocedasticidade. Quando constatada a presença de não-normalidade e/ou heterocedasticidade, foi realizada a transformação de Box-Cox nos dados, para em seguida prosseguir com a ANOVA. Em seguida, as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey. O nível de significância adotado em todos os casos foi de 5%.

Para dados que não atenderam às pressuposições da ANOVA mesmo após ter sido realizada a transformação Box-Cox, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de significância. Em seguida, as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste não-paramétrico de Nemenyi, ao mesmo nível de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas no *software* R (R Core Team, 2017).

Experimento 2: Profundidade de plantio

Cada unidade experimental foi constituída por meio vaso (cada vaso compôs duas repetições de um mesmo tratamento) com capacidade de 30 L de solo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, constando os tratamentos de sete diferentes profundidades (0, 3, 6, 10, 15, 20 e 30 cm) de plantio dos bulbilhos aéreos de *A. cordifolia*. Avaliaram-se os efeitos do plantio de bulbilhos em diferentes profundidades sobre os aspectos do crescimento e desenvolvimento de *A. cordifolia*.

Os vasos foram preenchidos com o substrato previamente descrito e os bulbilhos foram plantados na profundidade de 3 cm. Para cada repetição foram considerados cinco bulbilhos de *A. cordifolia* com espaçamento de 4 cm entre eles (Figura 3). O posicionamento dos bulbilhos nas diferentes profundidades de plantio foi feito com o auxílio de uma régua. Foram selecionados bulbilhos aéreos para o plantio com massa entre 0,03 e 1,5 g, ou seja, bulbilhos com maior ocorrência amostral. Foram consideradas emersas as plântulas com mais de 0,5 cm de altura. Os vasos foram mantidos por sete semanas com irrigação do tipo aspersão com vazão de 72 L h^{-1} em quatro turnos de 10 min. por dia (às 8, 11, 15 e 18 h).

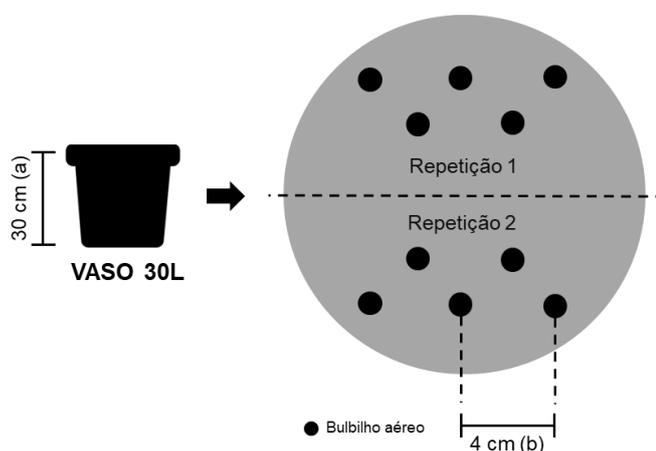


Figura 3. Esquema representativo sem escala da unidade amostral utilizada no experimento 2. Vaso com capacidade de volume de 30 L compondo duas repetições de um mesmo tratamento com o plantio de 5 bulbilhos de *Anredera cordifolia* cada. Dimensões: a – altura; b – distância entre bulbilhos para plantio.

Durante a condução do experimento, foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Número de hastes por bulbilho (NH/B): igualmente ao experimento 1, foi feita a contagem das hastes dos bulbilhos nas repetições de cada profundidade de

plântio, sendo calculada a média de hastes emitidas por um bulbilho nas diferentes profundidades;

- Índice de velocidade de emergência (IVE): igualmente ao experimento 1.

Para cada uma das variáveis medidas foi feita uma análise de regressão, a fim de verificar qual a relação funcional existente entre cada uma delas e os diferentes níveis de profundidade avaliados. As análises estatísticas foram realizadas no software R (R Core Team, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: Aspectos de propagação

Os resultados estatísticos obtidos relativos às variáveis estudadas no experimento 1: porcentagem de bulbilhos viáveis (BV), número de hastes por bulbilho (NH/B), comprimento médio da haste (CMH), massa seca da parte aérea (MSPA) e índice de velocidade de emergência (IVE) podem ser observados na Figura 4.

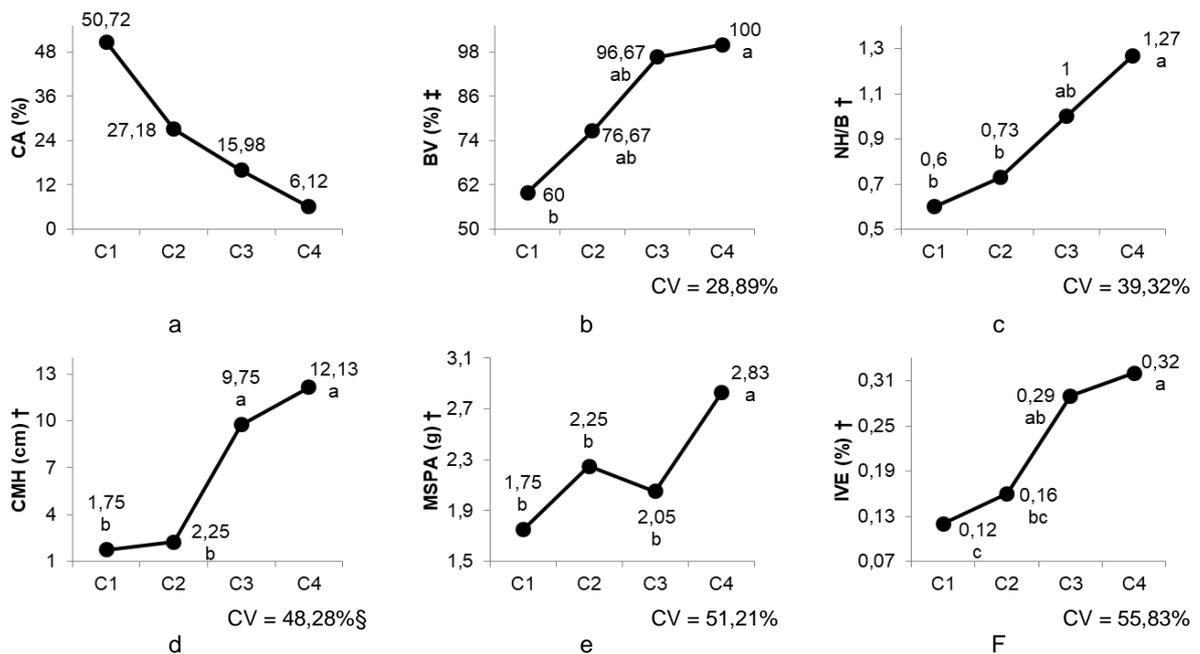


Figura 4. Aspectos de crescimento e desenvolvimento de plantas de *Anredera cordifolia* analisados sob o efeito das diferentes massas de bulbilhos divididos em classes (C1: 0 a ≤ 0,6 g; C2: >0,6 a ≤ 1,5 g; C3: >1,5 a ≤ 3,0 g e C4: >3,0 a ≤ 12,0 g) plantados em bandejas conduzidas em casa-de-vegetação no município de Araras-SP: a - porcentagem da composição amostral (CA), b - porcentagem de bulbilhos viáveis (BV), c - número de hastes por bulbilho (NH/B), d - comprimento médio da haste (CMH), e - massa seca da parte aérea (MSPA) e f - índice de velocidade de emergência (IVE). † Letras diferentes na coluna indicam que há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. ‡ Letras diferentes na coluna indicam que há diferença significativa entre as médias pelo teste de Nemenyi ao nível de 5% de significância. § CV transformado pela transformação de Box & Cox (1964). CV: coeficiente de variação.

A porcentagem de bulbilhos viáveis de C4 foi de 100%, tendo sido estatisticamente superior à dos bulbilhos de C1, que tiveram 60% de seus bulbilhos viáveis.

Observou-se que bulbilhos de C4 emitem pouco mais de uma haste por bulbilho, diferindo estatisticamente de bulbilhos de C1 e C2, que não chegaram a uma haste por bulbilho. Indicando que alguns desses bulbilhos não são viáveis, como já havia sido observado pela variável BV, já o comprimento médio da haste

das plantas provenientes de bulbilhos de C4 não diferiu de C3 e foi estatisticamente superior, mostrando-se cinco vezes maior quando comparados aos de bulbilhos de C1 e C2.

Da mesma forma ocorreu com a massa seca da parte aérea das plantas provenientes de bulbilhos de C4, essa foi estatisticamente superior às massas dos bulbilhos das demais classes. Também foi constatado que as plantas provenientes dos bulbilhos de C4 emergiram cerca de duas vezes mais rapidamente, tendo sido o índice de velocidade de emergência estatisticamente diferente quando comparadas às plantas provenientes de bulbilhos de C1 e C2.

Composição amostral (CA)

Os bulbilhos aéreos são estruturas reprodutivas que auxiliam na sobrevivência e são, além da principal via de reprodução, importantes agentes de dispersão das plantas da espécie *A. cordifolia*. Os bulbilhos de *A. cordifolia* são amplamente variáveis em sua morfologia (Figura 5), apresentando protuberâncias semelhantes a verrugas, dedos e formatos globosos que são dotados de gemas, o que favorece a propagação vegetativa (VIVIAN-SMITH et al., 2007; VIEIRA et al., 2018).

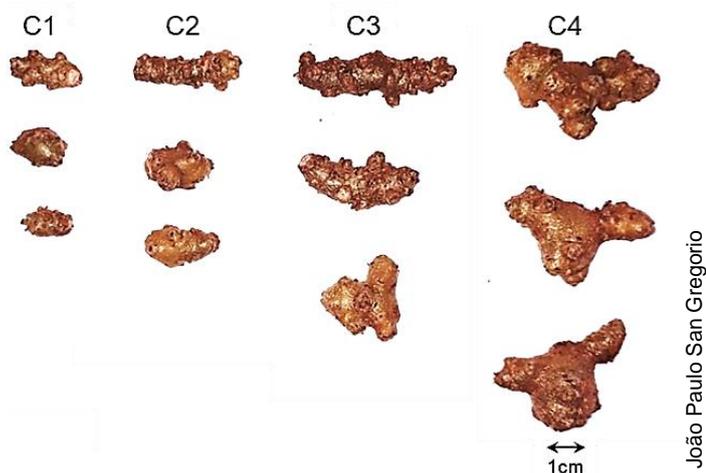


Figura 5. Bulbilhos aéreos de *Anredera cordifolia* em seus diversos formatos e tamanhos divididos em classes de massa: C1 (0 a ≤ 0,6 g); C2 (>0,6 a ≤ 1,5 g); C3 (>1,5 a ≤ 3,0 g) e C4 (>3,0 a ≤ 12,0 g), coletados em área produtiva de café parcialmente infestada entre os municípios de Caconde-SP e Poços de Caldas-MG, Brasil.

A amostra estudada foi composta por pouco mais da metade (50,72%) de bulbilhos alocados na classe 1, seguido, em valores decrescentes, dos bulbilhos alocados nas classes 2 (27,18%), 3 (15,98%) e 4 (6,12%).

A variação na massa dos bulbilhos mostrou que, à medida que a massa aumentou todos os atributos estudados também aumentaram, porém, a composição amostral estudada dividida nas classes de massa 1, 2, 3 e 4 dos bulbilhos foi inversamente proporcional, ou seja, à medida que aumentou a massa do bulbilho, diminuiu a sua quantidade (Figura 4-a).

Porcentagem de bulbilhos viáveis (BV)

Os bulbilhos aéreos são estruturas essenciais para a reprodução vegetativa da espécie, pois, ao caírem no solo possibilitam a emissão de raízes e a brotação de ramos aéreos (MOREIRA & BRAGANÇA, 2011; VIEIRA et al., 2018) desenvolvendo uma nova planta. Vieira et al. (2018) em seu estudo de caracterização anatômica dos bulbilhos de *A. cordifolia* relataram a observação de regiões formadoras de tecido com características meristemáticas, sugerindo a formação de gemas para o brotamento vegetativo.

Os bulbilhos que não emitiram plantas foram chamados de bulbilhos não-viáveis, porém, esses não podem ser considerados inaptos a produzir plantas, já que o meristema, tecido responsável pela brotação vegetativa, poderia apresentar fases de repouso, sugerindo que a emissão de novas plantas poderia ter sido observada posteriormente ao encerramento do experimento (nona semana após plantio). Outro fator que determinaria a inviabilidade dos bulbilhos seria a sua mortalidade, porém esse fator não foi estudado no presente trabalho.

Com essas informações pode-se sugerir que bulbilhos dotados de maiores massas possuem maior quantidade ou maiores regiões meristemáticas e, assim, maiores chances de emissão de plantas. Bulbilhos com massa acima de 3,00 g (C4) tiveram eficiência de 100% em emitir brotações, diferindo dos bulbilhos com massa inferior a 0,60 g (C1), em que foi constatado que 40% desses bulbilhos não emitiram plantas (Figura 4-b).

A alta capacidade de sobrevivência e viabilidade de bulbilhos aéreos de plantas de *A. cordifolia* foi observada por Starr, Starr & Loope (2003) que relataram a sobrevivência de bulbilhos aéreos ainda aptos a produzir plantas no dossel de árvores após a morte da planta há cinco anos, quando a planta foi cortada.

Starr, Starr & Loope (2003) relataram ter encontrado no solo de uma área altamente infestada por *A. cordifolia* uma densidade superior a 1500 bulbilhos por m². Em termos comparativos, desprezando-se a origem dos bulbilhos (bulbilhos aéreos e subterrâneos), levando em consideração a composição amostral encontrada, as condições experimentais e a densidade de 1500 bulbilhos/m²: cerca de 760 dos 1500 seriam bulbilhos com menos de 0,60 g e 450 dos 760 emitiriam plantas; apenas 90 dos 1500 bulbilhos teriam massa superior a 3,0 g, sendo que todos emitiriam plantas; no total cerca de 1090 dos 1500 bulbilhos emitiriam plantas e cerca de 40% deles estariam alocados na classe 1 (massa entre 0,03 e ≤ 0,6 g).

A variação na dimensão dos bulbilhos de *A. cordifolia* é uma característica que foi observada e descrita em estudos anteriores (VIVIAN-SMITH et al., 2007; MOREIRA & BRAGANÇA, 2011; VIEIRA et al., 2018) sugerindo que esse comportamento faz parte da natureza dessa espécie, podendo ser considerado uma estratégia de perpetuação da espécie, pois bulbilhos com maior massa possuem características de crescimento e desenvolvimento melhoradas enquanto que os bulbilhos com menor massa são compensados com maior quantidade de material vegetativo.

Número de haste por bulbilho (NH/B)

A emissão de brotações por um bulbilho foi observada por meio da variável BV, o número de hastes por bulbilho aprofunda-se em perceber a ocorrência de mais de uma planta em um mesmo bulbilho. Valores inferiores a uma haste por bulbilho indicaram a ocorrência de bulbilhos não-viáveis, ou seja, bulbilhos que não emitiram plantas. Valores acima de uma haste por bulbilho indicaram que houve bulbilhos com duas ou mais hastes dentro de uma determinada classe.

A produção de mais de uma haste foi observada em bulbilhos com massa de tecido maior que 3 g (C4), esse valor foi significativo quando comparado a bulbilhos com massa inferior a 1,50 g (C1 e C2) que tiveram apenas 0,60 haste por bulbilho (Figura 4-c), indicando a presença de bulbilhos não-viáveis, como foi visto na variável BV.

A capacidade de um bulbilho de uma determinada classe emitir hastes pode estar relacionada a alguns fatores anatômicos, sugerindo que a variação na massa do bulbilho contribuiu para o aumento no número de gemas por bulbilho e para o tamanho da reserva de nutrientes. Vieira et al. (2018) trabalhando com análise

histoquímica encontraram abundância de amiloplastos na região parenquimática dos bulbilhos aéreos, caracterizando-o como um órgão de reserva.

Comprimento médio da haste (CMH)

A haste é uma estrutura importante das plantas de *A. cordifolia*, pois é nela que ocorre a produção de folhas e dos bulbilhos aéreos. Por ser uma planta com hábito de crescimento como trepadeira, a haste também é responsável pelo estabelecimento da planta em locais com boas condições ambientais para o seu crescimento e desenvolvimento. O deslocamento vertical e horizontal das plantas de *A. cordifolia* está intimamente ligado ao comprimento médio da haste estudado. Plantas com maiores comprimentos de haste estão aptas a encontrarem melhores condições para sua sobrevivência e propagação.

Apesar dos bulbilhos com massa de tecido superior a 1,50 g (C3 e C4) terem tido hastes cerca de cinco vezes maiores quando comparados com bulbilhos de massa inferior a 1,50 g (C1 e C2) (Figura 4-d), foi observado um crescimento pequeno da haste das plantas do presente trabalho quando comparado ao experimento de Cummings (1999) que registrou o comprimento médio da haste de 106,6 cm em plantas de *A. cordifolia* provenientes de bulbilhos plantados em vasos conduzidos em estufa ao longo de oito semanas no verão. As divergências encontradas podem ser explicadas pelas diferentes unidades amostrais usadas (bandeja e vaso), diferentes tipos de substrato utilizados no plantio e diferentes regimes hídricos e grau de luminosidade que as plantas foram submetidas. Vieira et al. (2018) em um estudo de caracterização morfológica de *A. cordifolia* também constataram que a haste apresenta comprimento variável, sugerindo que essa é uma característica da espécie.

As variações no comprimento da haste podem ser observadas, também, em alguns trabalhos com relatos de alto potencial do crescimento da haste das plantas de *A. cordifolia*. Van Steenis (1957) relatou um comprimento de até 6 m durante a estação de crescimento das plantas, Floyd (1989) verificou que a taxa de crescimento foi de 1 m por mês, Stockard, Nicholson & Williams (1985) verificaram que *A. cordifolia* cresceu cerca de 1 m por semana nos meses mais quentes.

Massa seca da parte aérea (MSPA)

A parte aérea das plantas de *A. cordifolia* é composta pela haste, folhas, inflorescência e bulbilhos aéreos. Ao final do experimento foi coletada a parte aérea das plantas, que continha apenas hastes e folhas. A massa de matéria seca da parte aérea indica o crescimento das plantas, ou seja, a eficiência no aumento de biomassa. Foi observado que plantas provenientes de bulbilhos com maiores massas produziram plantas com maior massa seca da parte aérea (Figura 4-e).

As folhas são produzidas nas hastes e são responsáveis pela alta capacidade fotossintética das plantas de *A. cordifolia*, influenciando no potencial competitivo ou produtivo de uma espécie vegetal. As plantas de *A. cordifolia* possuem alta capacidade de produção de biomassa, segundo a Botrel, Melo & Amaro (2017) a biomassa gerada pode chegar entre 100 e 200 g por planta por mês.

As folhas compõem grande parte da biomassa produzida por uma planta e, também, tratam-se de uma estrutura com funções importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Índice de velocidade de emergência (IVE)

O índice de velocidade de emergência indica a rapidez dos bulbilhos em emitirem plantas, o que está diretamente relacionado à capacidade de infestação da planta. O rápido desenvolvimento inicial garante a utilização de recursos essenciais ao crescimento e desenvolvimento de uma planta como, por exemplo, a utilização de água e nutrientes do solo. Além disso, a rápida emergência diminui problemas relacionados à formação de plântulas devido à ocorrência de condições adversas ou então ataques de herbívoros.

Observou-se que os bulbilhos com massa de tecido acima de 3,0 g (C4) foram capazes de emitirem plantas duas vezes mais rapidamente que os bulbilhos com massa inferior a 0,60 g (C1) (Figura 4-f). Bulbilhos com maiores massas possuem rápido crescimento e maior capacidade de estabelecimento das plantas, tornando-as mais competitivas e com maiores chances de sobrevivência.

Experimento 2: Profundidade de plantio

A partir dos diagramas de dispersão referentes às variáveis estudadas no experimento 2, ou seja, número de hastes por bulbilho (NH/B) e índice de velocidade de emergência (IVE), com relação à profundidade de plantio, notou-se uma tendência decrescente de cada uma das variáveis à medida que houve um aumento da profundidade (Figuras 6 e 7). Ainda, foi possível notar que essa relação entre elas é não-linear, sendo próxima à uma curva exponencial. Dessa forma, uma regressão não-linear da forma $y = \alpha e^{-\beta x}$ foi ajustada para cada uma das variáveis, sendo que os modelos estimados estão apresentados nas Figuras 6 e 7, para as variáveis número de hastes por bulbilho (NH/B) e índice de velocidade de emergência (IVE), respectivamente.

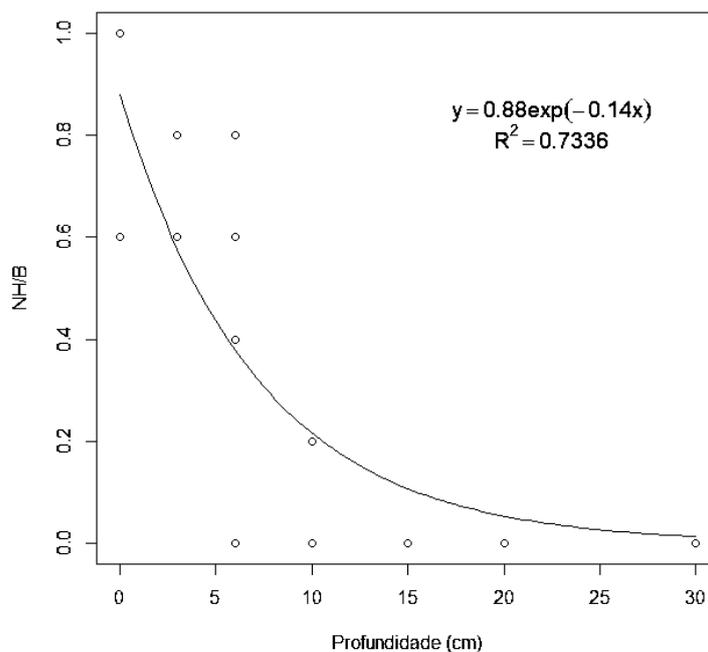


Figura 6. Curva de regressão para o número de hastes por bulbilho (NH/B) de *Anredera cordifolia* nas diferentes profundidades estudadas (0, 3, 6, 10, 15, 20 e 30 cm) em vasos conduzidos em casa-de-vegetação no município de Araras-SP, Brasil.

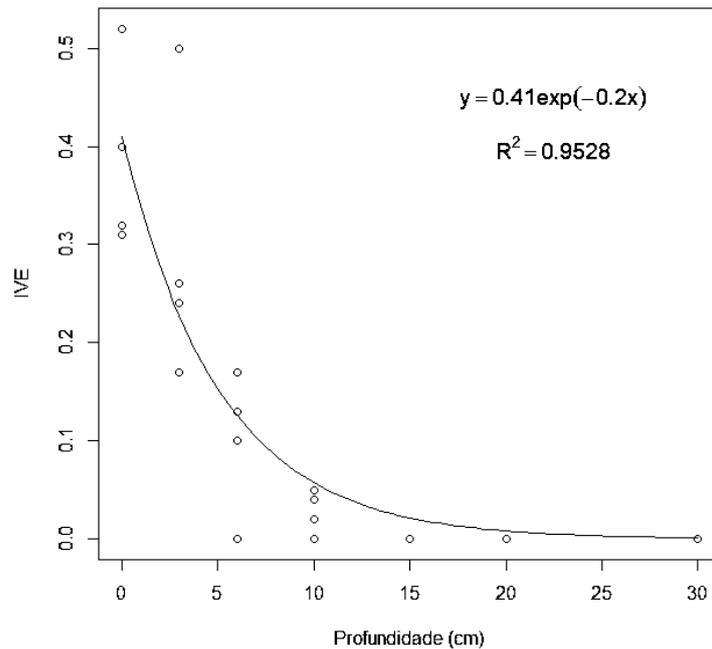


Figura 7. Curva de regressão para o índice de velocidade de emergência (IVE) das plantas de *Anredera cordifolia* provenientes de bulbilhos aéreos plantados nas diferentes profundidades estudadas (0, 3, 6, 10, 15, 20 e 30 cm) em vasos conduzidos em casa-de-vegetação no município de Araras-SP, Brasil.

Foi observado, levando em consideração as condições experimentais, que o número de hastes por bulbilhos caiu exponencialmente quando a profundidade de plantio foi aumentada (Figura 6), assim como o índice de velocidade de emergência caiu à medida que foi aumentada a profundidade de plantio (Figura 7). Bulbilhos plantados em profundidades superiores a 15 cm não emitiram plantas, não tendo sido constatado NH/B e IVE nas profundidades 15, 20 e 30 cm.

Os bulbilhos testados no experimento 2 são bulbilhos com maior ocorrência amostral (massa entre 0,03 e 1,5 g), ou seja, bulbilhos com mesmas massas dos alocados nas classes 1 e 2 do experimento 1, tendo sido observado que são menos eficientes em produzir plantas, emitir mais que uma haste por bulbilho, atingir grandes comprimentos de haste, produzir biomassa e emergem menos rapidamente.

Número de hastes por bulbilho (NH/B)

O efeito da profundidade de plantio foi observado no número de hastes por bulbilho, à medida que aumentou a profundidade diminuiu a emissão de plantas. Os bulbilhos aéreos brotam nas regiões nodais da haste e axilas das folhas e ao se desprenderem caem no solo e em pouco tempo emitem raízes e iniciam o brotamento de ramos aéreos (VIEIRA et al., 2018), sugerindo que a dispersão via material vegetativo da espécie ocorre com o estabelecimento do bulbilho na superfície do solo ou em baixas profundidades. Os resultados obtidos mostram que há maior chance de incidência de hastes quanto menos profundo o bulbilho se encontra no solo.

À medida que aumenta a profundidade de plantio ocorre maior exigência energética para as brotações atravessarem a superfície do solo, como também a atividade de microrganismos pode ser maior devido à umidade do solo com consequente chance de o bulbilho ser inviabilizado, servindo como substrato alimentar.

Índice de velocidade de emergência (IVE)

A rapidez na brotação de ramos aéreos também sofreu o efeito da profundidade de plantio dos bulbilhos. Os bulbilhos localizados na superfície do solo emitiram plantas mais rapidamente em relação às demais profundidades estudadas.

Foi observado que o aumento da profundidade diminuiu a velocidade na emissão de ramos aéreos, porém não se pode afirmar que houve inviabilização na formação de plantas, já que o experimento teve duração de apenas sete semanas após plantio, não tendo sido parte do estudo a verificação de mortalidade dos bulbilhos.

CONCLUSÃO

Plantas provenientes de bulbilhos com maior massa possuem rápido crescimento e estabelecimento, porém a composição amostral encontrada sugere que a produção de bulbilhos possui uma dinâmica onde ocorre a produção de poucos bulbilhos com grandes massas e muitos bulbilhos com pouca massa. A profundidade de plantio influenciou no crescimento e desenvolvimento de plantas de *A. cordifolia*, sugerindo que o estabelecimento dos bulbilhos aéreos na superfície do solo possui maior chance de emissão de plantas com rápido crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOX, G.E.P. & COX, D.R. (1964). An analysis of transformations. *Journal of the Royal Society*, 26, 211-252. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1964.tb00553.x>
- BOYNE, R. L., OSUNKOYA, O. O. & SCHARASCHKIN, T. (2013). Variation in leaf structure of the invasive Madeira vine (*Anredera cordifolia*, Basellaceae) at different light levels. *Australian Journal of Botany*, 61(5), 412-417. <https://doi.org/10.1071/BT13083>
- CABI - CENTRE FOR AGRICULTURE AND BIOSCIENCE INTERNATIONAL. (2013). Invasive Species Compendium: *Anredera cordifolia* (Madeira vine). Available from URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/112290>. Accessed 10 August 2019.
- CUMMINGS, S. (1999). The invasion potential of scrambling environmental weeds. B.App.Sc. (Honours) Thesis, Griffith University, Nathan, Queensland.
- BOTREL, N, MADEIRA, N. R., MELO, R. A. C. & AMARO, G. B. (2017). Hortaliças não convencionais: *Anredera*. EMBRAPA Hortaliças – folder (INFOTECA-E). Available from URL: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1071381>. Accessed 20 August 2019.
- FLOYD, A. G. (1989). The vine weeds of coastal rainforests. In: Noxious plant control: responsibility, safety and benefits, Proceedings of the 5th Biennial Noxious Plants Conference, 1, 109-115.
- MAGUIRE, J.D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor 1. *Crop Science*, 2(2), 176-177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- MOREIRA, H. J. C. & BRAGANÇA, H. B. N. (2011). Manual de identificação de plantas infestantes: *Anredra cordifolia*. *FMC Agricultural Products*, Campinas, 204-205. Available from URL: https://bibflora.medialab.ufg.br/wp-content/uploads/2017/05/manual_de_identificacao_de_plantas_infestantes_hortif_ruti.pdf. Accessed 20 August 2019.
- OSUNKOYA, O. O., BOYNE, R. L. & SCHARASCHKIN, T. (2014). Coordination and plasticity in leaf anatomical traits of invasive and native vine species. *American Journal of Botany*, 101(9), 1423-1436. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400125>
- STOCKARD, J., NICHOLSON, B. & WILLIAMS, G. (1985). An assessment of a rainforest regeneration program at Wingham Brush. New South Wales. *Victorian Naturalist*, 103(3), 84-93.
- STARR, F.; STARR, K.; LOOPE, L. (2003). *Anredera cordifolia*. United States Geological Survey Biological Resources Division, Haleakala Field Station. Available from URL: http://hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/anredera_cordifolia.pdf. Accessed on 20 August 2019.

- VAN STEENIS, C. G. G. J. (1957). Basellaceae.- In: VAN STEENIS C. G. G. J. (De.) Flora Malesiana ser. 1 *Noordhoff Groningen*, 5(3), 300-304.
- VIEIRA, A. C. M., CONCEIÇÃO, C. C. N., MOURA, M. R. L., SOARES, N. F., EMÍDIO, R. L. & ALMEIDA, T. V. P. A. (2018). Manual sobre plantas alimentícias não convencionais: Bertalha menor (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis): estudo morfológico, anatômico, microquímico e bromatológico. *Cerceav, Rio de Janeiro* 1, 80-122. <http://dx.doi.org/10.17655/9788567211879>
- VIVIAN-SMITH, G., LAWSON, B. E., TURNBULL, I., & DOWNEY, P. O. (2007). The biology of Australian weeds. 46. *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis. *Plant Protection Quarterly*, 22(1), 2.
- R CORE TEAM. (2017). R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*.

CAPÍTULO II - Efeito de herbicidas no controle em pré e pós-emergência das plantas de *Anredera cordifolia*

RESUMO

Objetivou-se estudar o efeito de herbicidas no controle em pré e pós-emergência de *Anredera cordifolia* (Ten.) Stennis. Instalou-se os experimentos em casa-de-vegetação em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, avaliando o efeito da aplicação de herbicidas em pós-emergência (experimento 1) e em pré-emergência (experimento 2). No experimento 1 utilizou-se seis herbicidas clorimuron-ethyl (20 g i.a. ha⁻¹), flumioxazina (25 g i.a. ha⁻¹), glifosato (2,4 g i.a. ha⁻¹), metsulfuron-methyl (6 g i.a. ha⁻¹), saflufenacil (70 g i.a. ha⁻¹) e glifosato + saflufenacil (1,44 g i.a. ha⁻¹ + 49 g i.a. ha⁻¹) mais testemunha e cinco períodos de avaliação. Foi feita a aplicação dos herbicidas em suas doses comerciais. Foram avaliados a porcentagem de controle (C) e massa seca de parte aérea (MSPA). Para o experimento 2 utilizou-se sete herbicidas (flumioxazina (120 g i.a. ha⁻¹), imazapique (122,5 g i.a. ha⁻¹), indaziflan (92,5 g i.a. ha⁻¹), metribuzin (960 g i.a. ha⁻¹), sulfentrazone (700 g i.a. ha⁻¹) e tebuthiuron (1200 g i.a. ha⁻¹). Foi avaliado o número de brotos por bulbilho (NB/B). Cerca de 80% das plantas foram controladas pela mistura de glifosato + saflufenacil, diferindo estatisticamente da aplicação de glifosato e saflufenacil separadamente que tiveram segunda e terceira melhores porcentagens de controle, respectivamente, enquanto que metsulfuron-methyl, clorimuron-ethyl e flumioxazina tiveram uma porcentagem de controle abaixo de 6%. A MSPA não teve significado estatístico. No experimento 2 NB/B não teve significado estatístico. Conclui-se que as plantas de *A. cordifolia* tiveram cerca de 80% de controle quando submetidas à mistura de herbicidas glifosato + saflufenacil, os demais herbicidas testados em pós-emergência tiveram baixa porcentagem de controle. A MSPA não diferiu estatisticamente entre si. A eficácia dos herbicidas testados em pré-emergência, verificada por meio do NB/B não mostrou diferença significativa entre si.

Palavras-chave: bertalha-coração; planta daninha; controle químico.

INTRODUÇÃO

As plantas de *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis são difíceis de serem controladas, pois, possuem características que dificultam a ação de herbicidas como a produção de inúmeros bulbilhos, folhas cerosas e suculentas que limitam a absorção de herbicidas e inúmeras raízes (STARR, STARR & LOOPE, 2003).

O controle químico é uma prática muito comum na agricultura brasileira. As aplicações em pós-emergência têm como alvo a parte aérea das plantas, sendo as folhas as estruturas com maior área de contato com o herbicida e as folhas de *A. cordifolia* são cerosas e suculentas (STARR, STARR & LOOPE, 2003), de tamanho que varia de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta e ao local onde se desenvolvem (VIEIRA et al., 2018). A presença de estômatos em ambas as faces das folhas das plantas de *A. cordifolia* está relacionado ao desempenho fisiológico, pois são responsáveis pela regulação e perda de água na transpiração durante a captação de gás carbônico para a fotossíntese (BOYNE, OSUNKOYA & SCHARASCHKIN, 2013; VIEIRA et al., 2018).

As características morfofisiológicas das folhas de *A. cordifolia*, como o tamanho e a presença dos estômatos em ambas as faces, sugerem que essa espécie possui potencial como uma planta invasora (OSUNKOYA, BOYNE & SCHARASCHKI, 2014), assim como a presença de substâncias lipofílicas dificultam a interceptação e retenção de alguns herbicidas (PROCÓPIO et al., 2003; VIEIRA et al., 2018).

O controle em pré-emergência das plantas tem efeito durante a emergência dos ramos aéreos de forma que a espécie invasora seja suprimida antes do estabelecimento de um determinado cultivo na área. Nesse contexto o alvo dos herbicidas são os bulbilhos que estão sob a camada de solo. A baixa translocação de alguns herbicidas nos bulbilhos aéreos (ANON, 2005; ANON, 2008) pode ser ocasionada devido às substâncias lipofílicas existentes na periderme dos bulbilhos (VIEIRA et al., 2018).

A escassez de informações sobre o manejo de *A. cordifolia* em cultivos agrícolas, levando-se em consideração as determinações brasileiras, suscita a pesquisa por soluções adequadas e efetivas. As pesquisas relacionadas ao controle de plantas permitem ao agricultor ter melhores ferramentas para o manejo de plantas invasoras de difícil controle devido a fatores próprios ou externos aos sistemas de produção. O surgimento de plantas de difícil controle em cultivos de

grande importância, como o café, permite reconsiderar a relevância dessas plantas que desempenham um papel importante nas mudanças do ambiente (SALAZAR, 2013).

Os principais cultivos agrícolas infestados por *A. cordifolia* são cafezais e frutíferas arbustivas como, por exemplo, os citros (MOREIRA & BRAGANÇA, 2011). Os herbicidas do presente trabalho foram escolhidos por se tratarem de herbicidas registrados para os cultivos de café e/ou citros, ou seja, controlam as plantas não desejadas de forma a não provocar danos às plantas de café e citros, como também a observação de que são frequentemente utilizados em lavouras de café e citros.

O objetivo desse capítulo foi estudar a influência do efeito de herbicidas no controle em pós (clorimuron-ethyl, flumioxazina, glifosato, metsulfuron-methyl, saflufenacil e glifosato + saflufenacil) e pré-emergência (flumioxazina, imazapique, indaziflan, metribuzin, sulfentrazone e tebuthiuron) de plântulas/plantas de *A. cordifolia*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *Campus* Araras, localizado no município de Araras-SP, Brasil, durante o período do verão e outono, entre os meses de janeiro e junho de 2019.

Os bulbilhos aéreos de *Anredera cordifolia* foram coletados de forma aleatória, apanhando-os de hastes das trepadeiras em um cafezal parcialmente infestado com a planta invasora, situado entre os municípios de Caconde-SP e Poços de Caldas-MG, Brasil. A coleta foi feita um dia antes da instalação dos experimentos para que se mantivesse a integridade dos bulbilhos.

Foram instalados dois experimentos em casa-de-vegetação do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental (DRNPA/UFSCar) para estudar o efeito da aplicação de herbicidas em doses comerciais sobre plantas de *A. cordifolia* em pós-emergência (experimento 1) e em pré-emergência (experimento 2).

Foi utilizado um substrato peneirado que foi coletado na camada arável (0-20 cm) de um Latossolo Vermelho Escuro de textura argilosa. O solo foi coletado em áreas cujo histórico não apresentava qualquer aplicação de herbicida, como também não passou por processos de controle de microrganismos.

Experimento 1: Efeito de herbicidas em pós-emergência

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade de 10 L de solo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (6 x 5), com quatro repetições, avaliando-se os efeitos de seis herbicidas (clorimuron-ethyl (20 g i.a. ha⁻¹), flumioxazina (25 g i.a. ha⁻¹), glifosato (2,4 g i.a. ha⁻¹), metsulfuron-methyl (6 g i.a. ha⁻¹), saflufenacil (70 g i.a. ha⁻¹) e glifosato + saflufenacil (1,44 g i.a. ha⁻¹ + 49 g i.a. ha⁻¹)) em pós-emergência das plantas, além da testemunha (sem herbicida), durante cinco períodos diferentes (semana 1, 2, 3, 4 e 5) após aplicação. Avaliaram-se os efeitos sobre o controle e a massa seca da parte aérea das plantas.

Os vasos foram preenchidos com substratos previamente descrito e cinco bulbilhos, por repetição, foram plantados na profundidade de 3 cm com espaçamento de 4 cm entre eles (Figura 8). A irrigação utilizada foi a do tipo aspersão com vazão de 72 L h⁻¹ em quatro turnos de 10 min. por dia (às 8, 11, 15 e 18 h).

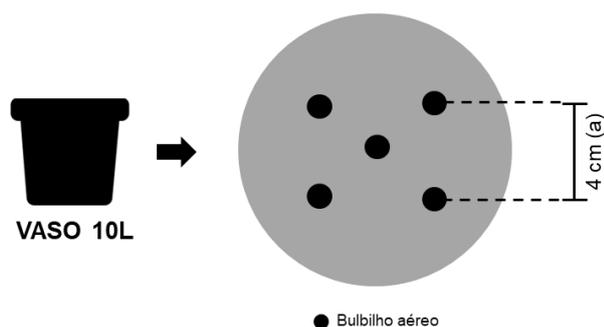


Figura 8. Esquema representativo sem escala da unidade amostral utilizada no experimento 1. Vaso com capacidade de volume de 10 L com o plantio de 5 bulbilhos de *Anredera cordifolia*. a – distância entre bulbilhos para plantio.

A aplicação dos herbicidas sobre as plantas foi feita três meses após o plantio, quando as plantas apresentaram mais de 4 pares de folhas. As plantas foram desbastadas para manter quatro plantas por vaso, já que alguns bulbilhos não emitiram plantas. A aplicação dos herbicidas, para ambos os experimentos, foi realizada utilizando-se um pulverizador costal de pressão constante, pressurizado por CO₂, com pontas do tipo leque Teejet 110.02, pressão de 2,0 kgf cm⁻², totalizando um volume de calda de 200 L ha⁻¹. As condições de tempo no momento da aplicação foram: temperatura média de 27,3°C, umidade relativa do ar de 35% e velocidade do vento média de 0,7 m s⁻¹.

No período de cinco semanas após a aplicação dos herbicidas, foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de controle (C): os sintomas de injúrias causadas pelo efeito dos herbicidas testados foram avaliados nas plantas. Essas avaliações foram baseadas em critérios qualitativos, segundo a Associação Latino-Americana de Malezas (ALAM, 1974), que utiliza uma escala percentual de notas, em que 0 (zero) corresponde a nenhuma injúria na planta e 100 (cem) à morte das plantas. Foi calculada a média da porcentagem de controle.
- Massa seca da parte aérea (MSPA): ao final do experimento a parte aérea das plantas foram coletadas cortando-se a base da planta e logo após colocadas em estufa a 60°C durante 48 h para secagem, posteriormente, com o auxílio de uma balança semi-analítica, aferiu-se a sua massa;

Para cada uma das variáveis analisadas foi realizada a análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos no experimento, sendo que o teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a pressuposição de normalidade e o teste de Levene foi aplicado para verificar a pressuposição de homocedasticidade. Quando constatada a presença de não-normalidade e/ou heterocedasticidade, foi realizada a transformação de Log (x+1) nos dados, para em seguida prosseguir com a ANOVA. Em seguida, as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey. O nível de significância adotado em todos os casos foi de 5%. As análises estatísticas foram realizadas no *software* R (R Core Team, 2017).

Experimento 2: Efeito de herbicidas em pré-emergência

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade de 10 L de solo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, avaliando-se os efeitos de seis herbicidas em suas doses comerciais (flumioxazina (120 g i.a. ha⁻¹), imazapique (122,5 g i.a. ha⁻¹), indaziflan (92,5 g i.a. ha⁻¹), metribuzin (960 g i.a. ha⁻¹), sulfentrazone (700 g i.a. ha⁻¹) e tebuthiuron (1200 g i.a. ha⁻¹)) em pré-emergência das plantas, além da testemunha (sem herbicida). Avaliaram-se os efeitos sobre a emissão de plantas.

Os vasos foram preenchidos com substratos previamente descrito e quatro bulbilhos, previamente testados em relação à suas capacidades de emissão de plantas por meio de um plantio prévio, por repetição, foram plantados na profundidade de 3 cm com espaçamento de 4 cm entre eles (Figura 9). A irrigação utilizada foi a do tipo aspersão com vazão de 72 L h⁻¹ em quatro turnos de 10 min. por dia (às 8, 11, 15 e 18 h).

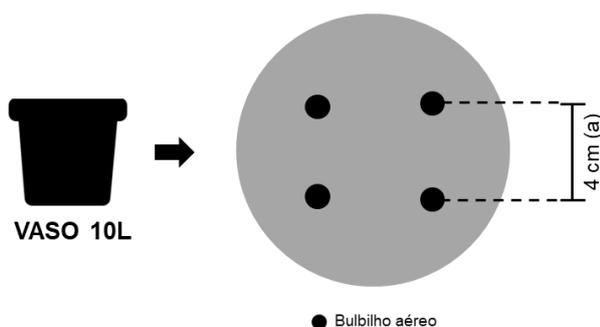


Figura 9. Esquema representativo sem escala da unidade amostral utilizada no experimento 2. Vaso com capacidade de volume de 10 L com o plantio de 4 bulbilhos viáveis de *Anredera cordifolia*. a – distância entre bulbilhos para plantio.

A aplicação dos herbicidas foi feita após o plantio dos bulbilhos, utilizando-se um pulverizador costal com volume de calda de 200 L ha⁻¹, como já descrito anteriormente. As condições do tempo no momento da aplicação foram: temperatura média de 30°C, umidade relativa do ar de 35% e velocidade do vento média de 0,6 m s⁻¹.

Foi realizada a avaliação semanal do crescimento das plantas na sétima semana após a aplicação dos herbicidas, tendo sido avaliada a seguinte variável:

- Número de brotos por bulbilho (NB/B): foi realizada a contagem das brotações dos bulbilhos nas repetições de cada herbicida aplicado, tendo sido calculada a média de brotos emitidos por um bulbilho de cada tratamento.

Para a variável analisada foi realizada a análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos no experimento, sendo que o teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a pressuposição de normalidade e o teste de Levene foi aplicado para verificar a pressuposição de homocedasticidade. Em seguida, as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey. O nível de significância adotado em todos os casos foi de 5%. As análises estatísticas foram realizadas no *software* R (R Core Team, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: Efeito de herbicidas em pós-emergência

A interação herbicida x períodos (H x P) não foi significativa (valor-P > 0,05), assim também como não foi significativo o efeito principal dos períodos de avaliação (valor-P > 0,05) (Tabela 1). Dessa forma, o teste de Tukey foi aplicado apenas sobre o efeito principal dos herbicidas.

Tabela 1. Quadro da análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância da variável controle em pós-emergências das plantas de *Anredera cordifolia* submetidas à aplicação de herbicidas, tendo sido avaliadas durante um período de cinco semanas após aplicação em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 (herbicidas) X 5 (períodos).

	GL	SQ	QM	Valor-F	Valor-P
Herbicidas (H)	5	131,62	26,33	25,73	0,00*
Períodos (P)	4	7,94	1,98	1,94	0,11
H X P	20	18,08	0,90	0,88	0,61
Erro	90	92,08	1,02		
Total	119	249,73			

GL: graus de liberdade; SQS: soma de quadrados sequenciais; SQA: soma de quadrados ajustados; QMA: quadrado médio ajustado;

* Significativo ao nível de 5%.

Os resultados estatísticos obtidos relativos às variáveis estudadas no experimento 1: porcentagem de controle (C) e massa seca da parte aérea (MSPA) podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Média das variáveis analisadas durante cinco semanas após aplicações de diferentes herbicidas em suas doses comerciais sobre as plantas de *Anredera cordifolia* (pós-emergência): porcentagem de controle (C) de acordo com a escala de ALAM (1974) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Tratamento	C – ALAM (1974) (%)†	MSPA (g)‡
Glifosato + saflufenacil	79,50 a	0,52
Glifosato	12,00 b	0,95
Saflufenacil	9,75 c	1,38
Metsulfuron-methyl	5,75 d	2,50
Clorimuron-ethyl	5,50 d	1,26
Flumioxazina	5,00 d	1,21
Testemunha	0,00 e	4,08
CV (%)	69,50	41,26
DMS	0,95	-

† Letras diferentes na coluna indicam que há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

‡ As médias não diferiram entre si pelo teste F (ANOVA) ao nível de 5% de significância.

CV: coeficiente de variação.

DMS: diferença mínima significativa.

Foi observado, levando em consideração as condições experimentais, que o efeito dos herbicidas relativo ao controle das plantas de *A. cordifolia* foi significativo quando comparados com a testemunha, tendo sido cerca de 80% das plantas controladas pela mistura de glifosato + saflufenacil, diferindo estatisticamente da aplicação de glifosato e saflufenacil separadamente que tiveram segunda e terceira melhores porcentagens de controle, respectivamente, porém muito abaixo para um controle efetivo; enquanto que metsulfuron-methyl, clorimuron-ethyl e flumioxazina tiveram uma porcentagem de controle abaixo de 6%.

Foi observado que a média da massa seca de parte aérea da plantas submetidas a aplicação dos herbicidas não diferiram entre si, porém foi observado um alto controle da biomassa pelos herbicidas: mistura de glifosato + saflifenacil e glifosato, tendo sido reduzida mais de 80% da massa seca quando comparada com a testemunha.

Porcentagem de controle (C)

A aplicação de herbicida para o controle de plantas indesejadas é uma prática comum na agricultura e por isso foi testado o uso do controle químico nas plantas de *A. cordifolia*. A aplicação de herbicidas em pós-emergência das plantas indica que as áreas sujeitadas ao controle estão parcial ou altamente infestadas por *A. cordifolia*. Nesse contexto, o principal alvo do herbicida foi a parte aérea das plantas, sendo a folha a estrutura em maior quantidade e volume. As folhas de *A. cordifolia* são cerosas e suculentas dificultando a absorção de herbicidas (STARR, STARR & LOOPE, 2003). O tamanho das folhas varia de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta e ao local onde se desenvolve, com maior ou menor grau de insolação (VIEIRA et al., 2018).

Foi observado que o controle não foi eficaz com o uso de apenas uma molécula de herbicida, tendo sido encontrado controle máximo de até 12%, sugerindo que as características morfofisiológicas das folhas poderiam inibir a ação dos herbicidas. Webb & Harrington (2005) testaram o controle de *A. cordifolia* e obtiveram resultados de máxima eficiência após 12 meses da aplicação, com controle de 100% das plantas utilizando aplicação de metsulfuron-methyl na doses de 0,2 e 0,3 g i.a. L⁻¹ e glifosato na dose de 1,8 g i.a. L⁻¹, tendo sido misturado na calda de aplicação um adjuvante penetrante organo-siliconado. Nesse experimento os bulbilhos aéreos plantados em sacos preenchidos com uma mistura com base em

turfa. Os adjuvantes penetrantes são substâncias aditivas, ou seja, são adicionadas à calda de aplicação com função de aumentar a área de superfície da gota e a penetração do herbicida na planta, sugerindo que a ação do adjuvante melhorou o desempenho dos herbicidas metsulfuron-methyl e glifosato no controle de *A. cordifolia*.

Outra observação em relação ao uso de herbicidas em pós-emergência foi o efeito da mistura de glifosato + saflufenacil que obteve um controle cerca de 80% das plantas, enquanto que o uso das mesmas moléculas sozinhas resultou em um controle muito baixo, de apenas 12% e 10%, respectivamente. Isso sugere que a mistura de ambos os herbicidas provocou um efeito sinérgico, elevando o controle das plantas de forma significativa. Esse efeito também foi observado por Dalazen et al. (2015), demonstrando relação sinérgica entre o glifosato e o saflufenacil para o controle de buva (*Conyza bonariensis*). Eubank et al. (2013) observaram o sinergismo causado pelo saflufenacil, proporcionando maior absorção do glifosato no combate de buva (*C. canadenses*). Dalezen et al. (2015) sugeriram que o saflufenacil pode permitir a mobilidade de grande parte do glifosato absorvido o que resulta na possível interação sinérgica.

Foi observado que as plantas submetidas aos herbicidas flumioxazina e saflufenacil tiveram um baixo controle das plantas, logo nas primeiras semanas de avaliação, período em que foi esperado um alto controle, e, à medida que o tempo passou as plantas tiveram uma recuperação do baixo dano causado pelos herbicidas, diminuindo o controle a quase 0% na última semana de avaliação.

Foi observado um baixo controle das plantas submetidas à metsulfuron-methyl e clorimuron-ethyl até a última (sétima) semana após aplicação. Peterson et al. (2001) afirmaram que os sintomas e injúrias causados por herbicidas inibidores da ALS não são aparentes até vários dias após aplicação, podendo ser sugerido que a constatação da eficácia do herbicida poderia demandar maior tempo de observação.

Peterson et. al. (2001) afirmaram que os sintomas e injúrias são aparentes a partir do terceiro ao quinto dia após aplicação do glifosato desenvolvendo-se vagarosamente, podendo sugerir que a constatação da eficácia do herbicida poderia demandar maior tempo de observação.

A capacidade de metabolização de herbicidas pelas plantas de *A. cordifolia* poderia, também, sugerir o baixo desempenho do controle desta espécie, porém não há evidências sobre isso.

Outro assunto de importância é a seletividade dos herbicidas aos cultivos aonde vêm sendo observada a ocorrência de plantas de *A. cordifolia*. Essa planta vem sendo encontrada em áreas de café entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, Brasil, porém, Moreira & Bragança (2011) citam, também, outros cultivos de ocorrência da espécie como citros e outras frutíferas arbustivas. Não foram encontrados herbicidas registrados no Brasil para o controle da espécie *A. cordifolia* e por isso esse trabalho contribui com informações que poderão ser úteis a trabalhos posteriores.

Massa seca da parte aérea (MSPA)

Não houve redução significativa da MSPA das plantas quando submetidas aos diferentes herbicidas estudados, porém, percebeu-se redução numérica em cerca de 90% da MSPA das plantas submetidas à mistura de glifosato + saflufenacil quando comparado com a testemunha. Outro resultado que chamou a atenção foi o efeito do glifosato que promoveu cerca de 75% de redução da MSPA das plantas quando comparado com a testemunha.

Visto que as folhas compõem grande parte da biomassa e que são estruturas com funções importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas de *A. cordifolia*, pode-se estabelecer que a MSPA refletisse e poderia validar de forma objetiva os resultados observados na variável porcentagem de controle, já que esses resultados são provenientes da avaliação visual baseada na escala de ALAM (1974), ou seja, proveniente de uma avaliação subjetiva, tendo sido observado que os resultados encontrados têm relação, levando em consideração que o efeito dos herbicidas na MSPA não diferiu entre si.

Experimento 2: Efeito de herbicidas em pré-emergência

A média do número de brotos por bulbilho de *A. cordifolia* não diferiram entre si e pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Média do número de brotos por bulbilhos (NB/B) de *Anredera cordifolia* emitidos após 7 semanas da aplicação de diferentes herbicidas em suas doses comerciais (pré-emergência).

Tratamento	NB/B¶
Imazapique	0,00
Metribuzin	0,10
Indaziflan	0,17
Sulfentrazone	0,50
Flumioxazina	0,56
Tebuthiuron	0,75
Testemunha	1,00
CV (%)	69,48

¶ As médias não diferiram entre si pelo teste F (ANOVA) ao nível de 5% de significância.
CV: coeficiente de variação.

Número de brotos por bulbilho (NB/B)

A aplicação de herbicidas em pré-emergência das plantas tem efeito durante a emergência dos ramos aéreos de forma que a espécie invasora seja suprimida antes do estabelecimento de um determinado cultivo na área. Os herbicidas aplicados no solo chegam às raízes das plantas invasoras por meio da solução do solo, seja pelo fluxo de massa em resposta a transpiração ou pela difusão, podendo entrar em contato com as raízes por interceptação radicular.

Os resultados obtidos no presente trabalho não foram significativos, porém o controle de 100% da emissão das plantas de *A. cordifolia* pelo imazapique chamou atenção. Foi observado que produtores da região do Sul de Minas Gerais estiveram realizando a roçagem das áreas infestadas por *A. cordifolia* para diminuir o impacto das plantas invasoras sobre o café. Nesse contexto, pode-se sugerir que o imazapique pode ser um herbicida em potencial para o controle da espécie em pré-emergência na reforma do cafezal, porém deve-se levar em consideração o tempo do seu efeito residual no solo, já que não há registro desse herbicida para o cultivo de café.

O alvo dos herbicidas aplicado em pré-emergência no presente experimento foram os bulbilhos que estiveram sob a camada de solo. Anon (2005) e Anon (2008) afirmaram que há baixa translocação de herbicidas nos bulbilhos aéreos das plantas de *A. cordifolia*. Por meio de análise histoquímica, Vieira et al. (2018) identificaram a

presença de substâncias lipofílicas na periderme, que é o tecido de proteção dos bulbilhos aéreos. Essas substâncias podem ser lipídeos, cutina ou suberina e são responsáveis por impermeabilizar o bulbilho de forma a evitar perda de água, sendo importante por funcionar como um órgão de reserva (Universidade de São Paulo - USP, 2002), sugerindo que essas substâncias lipofílicas podem dificultar a translocação de herbicidas nos bulbilhos.

Os herbicidas atuam nas atividades biológicas das plantas como na regulação do crescimento por meio da inibição da ALS, resultando em suprimentos inadequados da cadeia de aminoácidos que leva a parada do crescimento da parte aérea e podem, também, reduzir as raízes em número e comprimento (ROSS & CHILD, 1995), tendo sido observado um controle eficaz das plantas submetidas ao imazapique.

O segundo melhor resultado numérico em controle foi o efeito do metribuzin que atua na inibição do FSII. Outro herbicida testado que atua na inibição do FSII foi o tebuthiurin, porém não foi observado bons resultados numéricos.

O indaziflan é um herbicida que atua na inibição da deposição da celulose na parede celular das células vegetais afetando a sua formação, tendo tido um bom resultado numérico no controle das plantas. Já a flumioxazina e o sulfentrazone, que não tiveram bons resultados numéricos, atuam na degradação da membrana celular por meio da inibição da Protox, ocorrendo a perda de clorofila e dos carotenoides (OLIVEIRA JUNIOR & CONSTANTIN, 2001).

A seletividade dos herbicidas testados é um assunto importante, pois o registro das moléculas de herbicidas a determinado cultivo assegura a sanidade das plantas em campo e na pós-colheita para o consumo ou utilização. Os herbicidas metribuzin, indaziflan, sulfentrazone e flumioxazina são registrados para café e/ou citros, principais cultivos de ocorrência de *A. cordifolia* (MOREIRA & BRAGANÇA, 2011). Foi adotado o teste do efeito dos herbicidas imazapique e tebuthiuron sobre plantas de *A. cordifolia*, ambos não seletivos a café e citros, mas são seletivos a cana-de-açúcar, planta amplamente cultivada próxima às propriedades cafeeiras.

Stockard (1993) e Vivian-Smith et al. (2007) relataram maior eficiência no controle quando realizado após a emergência das plantas de *A. cordifolia*. As plantas são cortadas e na rebrota das hastes e dos bulbilhos faz-se a aplicação do herbicida. Essa estratégia sugere que a redução da biomassa da planta possa

contribuir para uma maior efetividade do herbicida, já que as folhas e os bulbilhos possuem características que podem inibir a efetividade do controle por herbicidas.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que foi observado eficácia de cerca de 80% de controle das plantas de *A. cordifolia* submetidas à mistura de herbicidas glifosato + saflufenacil. A eficácia dos herbicidas testados em pré-emergência não mostrou controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM - ASÓCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS. (1974). Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. *Alam, Bogotá*, 1(1), 35-38.
- ANON. (2005). Control of Unwanted Plants. 1st Edn. XACT Information, Pretoria, South Africa.
- ANON. (2008). Invasive Alien Plants in KwaZulu-Natal. Management and Control. The Wildlife and Environmental Society of South Africa: KwaZulu-Natal. Fishwicks Printers, Durban, South Africa.
- BOYNE, R. L., OSUNKOYA, O. O. & SCHARASCHKIN, T. (2013). Variation in leaf structure of the invasive Madeira vine (*Anredera cordifolia*, Basellaceae) at different light levels. *Australian Journal of Botany*, 61(5), 412-417. <https://doi.org/10.1071/BT13083>
- DALAZEN, G., KRUSE, N. D., MACHADO, S. L. D. O., & BALBINOT, A. (2015). Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 45(2), 249-256. <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4533708>
- EUBANK, T. W., NANDULA, V. K., REDDY, K. N., POSTON, D. H., & SHAW, D. R. (2013). Saflufenacil efficacy on horseweed and its interaction with glyphosate. *Weed Biology and Management*, 13(4), 135-143. <https://doi.org/10.1111/wbm.12022>
- HESS, F. D. (2000). Light-dependent herbicides: an overview. *Weed Science*, 48(2), 160-170. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2000\)048\[0160:LDHAO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2000)048[0160:LDHAO]2.0.CO;2)
- MARCHI, G., MARCHI, E. C. S., & GUIMARÃES, T. G. (2008). Herbicidas: mecanismos de ação e uso. Embrapa Cerrados-Documentos (INFOTECA-E). Available from URL: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571939/1/doc227.pdf>. Accessed 20 August 2019.
- MOREIRA, H. J. C. & BRAGANÇA, H. B. N. (2011). Manual de identificação de plantas infestantes: *Anredra cordifolia*. FMC Agricultural Products, Campinas, 204-205. Available from URL: https://bibflora.medialab.ufg.br/wp-content/uploads/2017/05/manual_de_identificacao_de_plantas_infestantes_hortif_ruti.pdf. Accessed 20 August 2019.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. D., & CONSTANTIN, J. (2001). Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: Agropecuária.
- OSUNKOYA, O. O., BOYNE, R. L. & SCHARASCHKIN, T. (2014). Coordination and plasticity in leaf anatomical traits of invasive and native vine species. *American Journal of Botany*, 101(9), 1423-1436. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400125>
- PETERSON, D. E., THOMPSON, C. R., REGEHR, D. L., & AL-KHATIB, K. (2001). Herbicide mode of action. *Topeka: Kansas State University*, 24 p.

- PROCÓPIO, S. O., SILVA, E. A. M., SILVA, A. A., & FERREIRA, E. A. (2003). Anatomia foliar de plantas daninhas do Brasil. *Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa*, 1, 118.
- R CORE TEAM, 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*.
- ROSS, M. A., & CHILDS, D. J. (1995). Herbicide mode-of-action summary. *Weed science (West Lafayette, Ind.) (USA)*.
- SALAZAR, L. F. (2013). Prevenga la infestación de la enredadera espinaca en los cafetales. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé) - Avances Técnicos Cenicafé*, 427. Available from URL: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/412/1/avt0427.pdf>. Accessed 20 August 2019.
- STARR, F.; STARR, K.; LOOPE, L. (2003). *Anredera cordifolia*. United States Geological Survey Biological Resources Division, Haleakala Field Station. Available from URL: http://hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/anredera_cordifolia.pdf. Accessed on 20 August 2019.
- STEPHENSON, G. R., FERRIS, I. G., HOLLAND, P. T., & NORDBERG, M. (2006). Glossary of terms relating to pesticides (IUPAC Recommendations 2006). *Pure and Applied Chemistry*, 78(11), 2075-2154.
- STOCKARD, J. (1993). Rainforest rehabilitation at Wingham brush. *Proceedings of the 7th Biennial Noxious Plants Conference. (New South Wales Agriculture, Agdex 640)*.
- VIDAL, A. R. (1997). Herbicidas: Mecanismos de ação e resistência de plantas. *Porto Alegre, RS, BR, Ribas Vidal*.
- VIEIRA, A. C. M., CONCEIÇÃO, C. C. N., MOURA, M. R. L., SOARES, N. F., EMÍDIO, R. L. & ALMEIDA, T. V. P. A. (2018). Manual sobre plantas alimentícias não convencionais: Bertalha menor (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis): estudo morfológico, anatômico, microquímico e bromatológico. *Cerceav, Rio de Janeiro* 1, 80-122. <http://dx.doi.org/10.17655/9788567211879>
- USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. (2002). Introdução à Biologia Vegetal. *Instituto de Física de São Carlos, São Paulo*.
- WEBB, H. J.; HARRINGTON, K. C. (2005). Control strategies for Madeira vine (*Anredera cordifolia*). *New Zealand Plant Protection*, 58, 169-173. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2005.58.4324>
- ZHOU, Q., LIU, W., ZHANG, Y., & LIU, K. K. (2007). Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 89(2), 89-96. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2007.04.004>

5. CONCLUSÃO GERAL

O estudo revelou que a massa dos bulbilhos aéreos influenciou nos aspectos de propagação estudados, tendo sido observado o aumento de bulbilhos viáveis, número de hastes por bulbilho, comprimento médio da haste, massa seca da parte aérea e índice de velocidade de emergência à medida que a massa dos bulbilhos aumentou. A emissão de plantas por bulbilhos aéreos foi influenciada pela profundidade de plantio, tendo sido observado que quanto mais próximo da superfície do solo, maiores as chances de emissão de plantas. A influência do efeito dos herbicidas no controle em pós-emergência das plantas mostrou que a mistura de glifosato + saflufenacil teve uma eficácia de 80% no controle das plantas, tendo sido baixa a porcentagem de controle dos demais herbicidas testados. Não houve resultados significativos em relação à influência do efeito dos herbicidas testados em pré-emergência das plantas. Os resultados obtidos trouxeram conhecimento acerca da propagação e controle das plantas de *A. cordifolia* podendo contribuir com trabalhos posteriores.