

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**JÉSSICA DOS SANTOS ALMEIDA**

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ÁCIDO GIBERÉLICO NO**  
**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE GENÓTIPOS DE HELICÔNIA**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2022**

**JÉSSICA DOS SANTOS ALMEIDA**

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ÁCIDO GIBERÉLICO NO  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE GENÓTIPOS DE HELICÔNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Fabíola Villa

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2022**

A Deus, por me sustentar todos os dias.  
E à minha família,  
pelo incentivo e apoio em todas as minhas escolhas e decisões.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade, por me sustentar até aqui e suportar as adversidades que enfrentei ao longo dessa caminhada. E nossa Senhora de Fátima por me proteger e me livrar de todo o mal com seu manto sagrado.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À orientação da professora Dr<sup>a</sup>. Fabíola Villa e ao Daniel F. da Silva, pela disponibilidade em auxiliar e ajudar a desenvolver minha pesquisa.

Aos amigos do Grupo de Estudos em Fruticultura e Floricultura (GEFF), que contribuíram com meu trabalho e pela vivência e compartilhamento de conhecimentos.

Aos meus amigos do Maranhão que me ajudaram com apoio moral e financeiro, em especial a meu irmão, Tiago Millioli e meu cunhado Rafael Ferreira, aos meus amigos Sildiana, Davi e Elisa, pela mais sincera amizade e apoio sempre.

À Jordânya e dona Ana Rosa, por me acolherem tão bem nesses dois anos que compartilhamos apertos, desesperos e boas risadas.

A todos os amigos que constitui no Paraná, em especial a Fernanda Ludmila, Geovana, Noélla e Michel, que de alguma forma contribuíram na minha formação, e me ajudaram a ser mais leve em momentos de aflição e fizeram parte do meu crescimento, muito obrigada!

E mais importante, à minha família. Que sem o apoio deles eu não conseguiria suportar a distância e saudades. Agradeço a minha mãe, que é a minha força, meu pilar e exemplo de mulher, tudo isso é pra você minha vida, aos meus irmãos Higor e Hugo, meu padrasto e ao meu pai, que também sempre acreditou no meu potencial. Vida longa a todos!! Eu amo vocês incondicionalmente, que Deus abençoe sempre o meu maior tesouro!

**MUITO OBRIGADA.**

Porque todo aquele que nasceu de Deus vence o mundo.

E esta é a vitória que vence o mundo: a nossa fé.

1 Jo. 5:4.

“Tudo posso naquele que me fortalece”.

Filipense: 4:1

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

dos Santos Almeida, Jéssica

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ÁCIDO GIBERÉLICO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE GENÓTIPOS DE HELICÔNIA / Jéssica dos Santos Almeida; orientador Fabiola Villa; coorientador Vivian Loges. -- Marechal Cândido Rondon, 2022.

62 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2022.

1. Heliconia. 2. Rizoma. 3. Crescimento. I. Villa, Fabiola, orient. II. Loges, Vivian, coorient. III. Título.



# unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



## PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

### Programa de Pós-Graduação em Agronomia

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE JÉSSICA DOS SANTOS ALMEIDA, ALUNA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE, E DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO DO PROGRAMA E O REGIMENTO GERAL DA UNIOESTE.

Aos 27 dias do mês de maio de 2022 às 8 horas, na Unioeste, realizou-se a sessão pública da Defesa de Dissertação da candidata Jéssica dos Santos Almeida, aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - nível de Mestrado, na área de concentração em Produção Vegetal. A comissão examinadora da Defesa Pública foi aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Integraram a referida Comissão os Professores Doutores Fabíola Villa, Élcio Silvério Klosowski, José Ribamar Gusmão Araújo (por videoconferência) e o Pesquisador Doutor Daniel Fernandes da Silva. Os trabalhos foram presididos por Fabíola Villa. Tendo satisfeito todos os requisitos exigidos pela legislação em vigor, a aluna foi admitida à Defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, intitulada: "Fungos micorrízicos arbusculares e ácido giberélico no desenvolvimento inicial de genótipos de helicônia". A Senhora Presidente declarou abertos os trabalhos e em seguida convidou a candidata a discorrer, em linhas gerais, sobre o conteúdo da Dissertação. Feita a explanação, a candidata foi arguida sucessivamente pelos professores doutores Élcio Silvério Klosowski, José Ribamar Gusmão Araújo e pelo Pesquisador Doutor Daniel Fernandes da Silva. Findas as arguições, a Senhora Presidente suspendeu os trabalhos da sessão pública, a fim de que, em sessão secreta, a Comissão expressasse o seu julgamento sobre a Dissertação. Efetuado o julgamento, a candidata foi **aprovada**. A seguir, a Senhora Presidente reabriu os trabalhos da sessão pública e deu conhecimento do resultado. E, para constar, o Coordenador Especial do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE - Campus de Marechal Cândido Rondon, lavra a presente ata, e assina juntamente com os membros da Comissão Examinadora e a candidata.

Orientadora - Fabíola Villa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Élcio Silvério Klosowski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

### Programa de Pós-Graduação em Agronomia

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE JÉSSICA DOS SANTOS ALMEIDA, ALUNA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE, E DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO DO PROGRAMA E O REGIMENTO GERAL DA UNIOESTE.

*Daniel Fernandes da Silva*

Daniel Fernandes da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

\_\_\_\_\_  
José Ribamar Gusmão Araújo

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

*Jéssica dos Santos Almeida*

Jéssica dos Santos Almeida

Aluna

*Neumarcio V. Silva*

\_\_\_\_\_  
Coordenador Especial do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Neumarcio Vilanova da Silva

## RESUMO

ALMEIDA, Jéssica dos Santos. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, maio - 2022.  
**Fungos micorrízicos arbusculares e ácido giberélico no desenvolvimento inicial de genótipos de helicônia.** Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Fabíola Villa.

Estudos sobre as espécies de helicônia ainda são incipientes, em relação aos fatores que interferem no seu crescimento e desenvolvimento. Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o crescimento e desenvolvimento vegetativo de genótipos de helicônia, com a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no rizoma e aplicação de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>). Dois experimentos foram realizados concomitantemente no viveiro da Unioeste, no período de julho de 2021 a janeiro de 2022, sob condições de telado. Os rizomas das plantas matrizes foram coletados e mantidos junto com parte do pseudocaule, com tamanho médio de 20 cm e aplicados os tratamentos. Para inoculação dos fungos, utilizou-se 2 kg de latossolo, dispendo os rizomas em caixas plásticas, os quais, após uma semana, transplantados pra vasos plásticos, contendo mistura de Latossolo e esterco bovino curtido (1:1, v/v). O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 5 [3 genótipos: Alan Carle (*Heliconia spathocircinata*), Holiday (*H. angusta* Vellozo) e Golden Torch (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata*) x 4 FMAs (*Scutellospora heterogama*, *Rhizophagus clarus*, *Gigaspora rosea* e *Claroideoglossum etunicatum*) + testemunha (sem inoculação)], contendo 3 repetições e 3 plantas por repetição. Para o segundo experimento, foram selecionados dois genótipos de helicônia, com aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub> no material propagativo. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2 [4 concentrações de GA<sub>3</sub> (0, 400, 800 e 1200 mg L<sup>-1</sup>) x 2 genótipos de helicônias, Eden Pink (*Heliconia ortotricha*) e Alan Carle (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata*)], contendo 6 repetições e 1 planta por repetição, totalizando 48 plantas. Após 60 dias, foram realizadas as avaliações fitotécnicas, com frequência de 15 dias, até 180 dias, para ambos experimentos. Independente do FMA utilizado, o genótipo que se destacou foi o Alan Carle. Os fungos *Rhizophagus clarus* e *Gigaspora rosea* podem auxiliar na formação do sistema radicular dos genótipos de helicônia estudados. Concentrações até 400 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> podem ser utilizadas em rizomas, otimizando o desenvolvimento inicial dos genótipos de helicônia estudados.

**Palavras-chave:** *Heliconia* sp., rizoma, micorriza, giberelina, crescimento.

## ABSTRACT

ALMEIDA, Jéssica dos Santos. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, May - 2022. **Arbuscular mycorrhizal fungi and gibberellic acid in the initial development of heliconia genotypes.** Advisor: Dr. Fabíola Villa.

Studies on the heliconia species are still incipient, regarding the factors that interfere in its growth and development. In view of the above, the objective of this research was to evaluate the growth and vegetative development of heliconia genotypes, with the inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the rhizome and application of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>). Two experiments were conducted concomitantly in the Unioeste nursery, from July 2021 to January 2022, under shaded conditions. The rhizomes of the mother plants were collected and kept together with part of the pseudostem, with an average size of 20 cm, and applied the treatments. For inoculation of the fungi, 2 kg of latosol was used, arranging the rhizomes in plastic boxes, which, after one week, were transplanted to plastic pots, containing a mixture of latosol and tanned bovine manure (1:1, v/v). The experimental design used was randomized blocks, in a 3 x 5 factorial scheme [3 genotypes: Alan Carle (*Heliconia spathocircinata*), Holiday (*H. angusta* Vellozo) and Golden Torch (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata*) x 4 AMFs (*Scutellospora heterogama*, *Rhizophagus clarus*, *Gigaspora rosea* and *Claroideoglossum etunicatum*) + control (without inoculation)], with 3 repetitions and 3 plants per repetition. For the second experiment, two heliconia genotypes were selected, with application of GA<sub>3</sub> concentrations in the propagating material. The experimental design used was randomized blocks, in a 4 x 2 factorial scheme [4 concentrations of GA<sub>3</sub> (0, 400, 800 and 1200 mg L<sup>-1</sup>) x 2 genotypes of heliconia, Eden Pink (*Heliconia ortotricha*) and Alan Carle (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata*)], with 6 repetitions and 1 plant per repetition, totaling 48 plants. After 60 days, phytotechnical evaluations were performed every 15 days, until 180 days, for both experiments. Independent of the AMF used, the genotype that stood out was Alan Carle. The fungi *Rhizophagus clarus* and *Gigaspora rosea* can help in the formation of the root system of the heliconia genotypes studied. Concentrations up to 400 mg L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub> can be used in rhizomes, optimizing the initial development of the heliconia genotypes studied.

**Keywords:** *Heliconia* sp., rhizome, mycorrhiza, gibberellin, growth.

## LISTA DE FIGURAS

### Artigo 1.

- Figura 1.** Temperatura média do ar (°C) e umidade relativa média do ar (%) medidas durante o período experimental. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.....22
- Figura 2.** Genótipos de helicônia utilizados no experimento. (A) Alan Carle (*Heliconia spathocircinata*), (B) H. Holiday (*H. angusta* Vellozo) e (C) Golden Torch (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. golden). Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.....23
- Figura 3.** Divisão (A) e separação das touceiras (B) e caixa plástica contendo os genótipos de helicônia e o latossolo vermelho + fungos micorrízicos arbusculares (C). Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.....24

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1.

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.</b> Propriedades químicas do substrato utilizado nos vasos de helicônia. Unioeste, <i>Campus</i> Marechal Cândido Rondon - PR. 2022.....   | 21 |
| <b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para a emergência das brotações (EB), número de brotações (NB), número de folhas (NF), largura das folhas (LF), comprimento das folhas (CF), comprimento das brotações (CB), diâmetro das brotações (DB) e índice de clorofila (CRF) dos genótipos de helicônia.....  | 26 |
| <b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para o comprimento de parte aérea (CPA), comprimento médio das raízes (CMR), biomassa fresca de parte aérea (BFPA), biomassa fresca das raízes (BFPA), biomassa fresca do rizoma (BFRZ), biomassa seca de parte aérea (BSPA), biomassa seca das raízes (BSR) e biomassa seca do rizoma (BSRZ) dos genótipos de helicônia..... | 27 |
| <b>Tabela 4.</b> Emergência das brotações (EB), número de brotações (NB), número de folhas (NF), largura das folhas (LF), comprimento das folhas (CF), comprimento das brotações (CB), diâmetro das brotações (DB) e índice de clorofila (CRF) dos genótipos de helicônia.....  | 29 |
| <b>Tabela 5.</b> Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento médio das raízes (CMR), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa fresca das raízes (BFR), biomassa fresca do rizoma (BFRZ), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca das raízes (BSR) e biomassa seca do rizoma (BSRZ) dos genótipos de helicônia.....  | 30 |
| <b>Tabela 6.</b> Biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca das raízes (BSR), com a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) nos genótipos de helicônia.....  | 32 |

## LISTA DE FIGURAS

### Artigo 2.

- Figura 1.** Temperatura média do ar (T°C) e umidade relativa média do ar (UR%), medidas durante o período experimental. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.....
- Figura 2.** Altura das plantas (A), diâmetro das plantas (B), largura das folhas (C) e comprimento das folhas (D) dos dois genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.....47
- Figura 3.** Número de folhas (A), número de brotações (B) e índice de clorofila (C) dos dois genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.....
- Figura 4.** Comprimento da parte aérea (cm) (A) e comprimento das raízes (cm) dos dois genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.....
- Figura 5.** Biomassa fresca da parte aérea (g) (A), biomassa fresca das raízes (g) (B) e biomassa fresca do rizoma (g) (C) dos dois genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.....
- Figura 6.** Biomassa seca da parte aérea (g) (A), biomassa seca das raízes (g) (B) e biomassa seca do rizoma (g) (C) dos dois genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.....

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 2.

- Tabela 1.** Propriedades químicas do substrato utilizado nos vasos de helicônia. Unioeste, *Campus Marechal Cândido Rondon*, Paraná. 2022.....42
- Tabela 2.** Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para altura das plantas (ALT), diâmetro das plantas (DP), largura das folhas (LF), comprimento das folhas (CF), número das folhas (NF), número das brotações (NB) e índice de clorofila (CLO) dos genótipos de helicônia.....45
- Tabela 3.** Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para comprimento médio das plantas (CMR), comprimento médio da parte aérea (CMPA), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa fresca das raízes (BFRA) e biomassa fresca do rizoma (BFRIZ) dos genótipos de helicônia.....45
- Tabela 4.** Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca das raízes (BSRA) e biomassa seca do rizoma (BSRIZ) dos genótipos de helicônia.....46
- Tabela 5.** Comprimento da parte aérea (CPA) e biomassa fresca do rizoma (BFRIZ) nos dois genótipos de helicônias, cultivados em vaso.

## SUMÁRIO

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO GERAL.....     | 1  |
| 2 ARTIGO 1.....             | 3  |
| RESUMO.....                 | 3  |
| ABSTRACT.....               | 4  |
| INTRODUÇÃO.....             | 4  |
| MATERIAL E MÉTODOS.....     | 6  |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 9  |
| CONCLUSÕES.....             | 15 |
| REFERÊNCIAS.....            | 15 |
| 3 ARTIGO 2.....             | 20 |
| RESUMO.....                 | 20 |
| ABSTRACT.....               | 21 |
| INTRODUÇÃO.....             | 21 |
| MATERIAL E MÉTODOS.....     | 22 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 25 |
| CONCLUSÕES.....             | 34 |
| REFERÊNCIAS.....            | 34 |
| 4 CONCLUSÕES GERAIS.....    | 39 |

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As espécies tropicais são muito apreciadas pelas cores de suas flores ou inflorescências, vistosidade e pela sua duração pós-colheita, importante na exportação como flor de corte, principalmente para a Europa.

Dentre as ornamentais tropicais, destaca-se a helicônia, pertencente a ordem das Zingiberales, família Heliconiaceae, gênero *Heliconia*, único gênero que possui mais de 225 espécies, distribuídas principalmente nos neotrópicos. As plantas formam touceiras com emissão de perfilhos ou brotações, podendo serem cultivadas em locais com pouca luminosidade ou pleno sol, dependendo da origem da espécie, genótipo ou híbrido.

No Brasil, a helicônia, apesar de existir na natureza há muitos anos, pouco se cultiva e se utiliza no paisagismo, onde, o conhecimento sobre essa espécie ainda é pouco difundido e as informações científicas são escassas. Há poucos anos no país, estudos vêm sendo realizados em Instituições de Pesquisa e Ensino Superior, mostrando a sua importância, bem como uma alternativa viável de cultivo aos viveiristas e pequenos produtores, uma vez que é planta de longa duração, fácil manejo e produção.

Alguns estados do Brasil vêm se destacando na produção de helicônias, como Rio de Janeiro, São Paulo, Pernambuco e Ceará. Entre as espécies e híbridos mais comercializados nestas regiões brasileiras como flores de corte, destacam-se a *Heliconia psittacorum*, *H. bihai*, *H. wagneriana*, *H. stricta* e *H. rostrata*.

Em relação a propagação da helicônia, aquela sexuada e assexuada pode ser realizada, porém, para produção de mudas comerciais e uniformes, o método mais viável ainda é a segunda opção, por meio da divisão de rizomas e propagação *in vitro*. Para otimizar este tipo de propagação e auxiliar na formação do sistema radicular, torna-se necessária a aplicação de algumas técnicas auxiliares, como o uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e ácido giberélico (GA<sub>3</sub>).

O uso de FMAs ainda é novidade na floricultura, principalmente no que diz respeito a espécies tropicais e como podem atuar no sistema radicular, rizoma, crescimento dos perfilhos e das plantas. Porém, alguns estudos vêm apontando resultados de grande relevância, uma vez que, a troca simbiótica entre microrganismos e planta pode trazer benefícios para produção de mudas ou plantas mais resistente a fatores externos, como estresse hídrico, altas temperaturas, entre outros e a troca de nutrientes pelas raízes e fotoassimilados para os microrganismos.

34 O uso de GA<sub>3</sub> vem sendo estudado ao longo dos anos, como forma de crescimento de  
35 gemas e brotações, onde seu uso ocorre, principalmente em sementes. No caso de estruturas  
36 maiores, como por exemplo, rizomas e perfilhos, seu uso pode ser viável, porém, realizado  
37 com cautela.

38 Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o crescimento e  
39 desenvolvimento vegetativo de genótipos de helicônia, com a inoculação de fungos  
40 micorrízicos arbusculares (FMAs) no rizoma e aplicação de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>).

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68 **2 ARTIGO 1**

69

70 **FUNGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES NA BROTAÇÃO DE RIZOMAS**  
71 **E CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE HELICÔNIAS**

72

73 JÉSSICA DOS SANTOS ALMEIDA<sup>1\*</sup>, FABÍOLA VILLA<sup>2</sup>,  
74 DANIEL FERNANDES DA SILVA<sup>3</sup>, MICHEL ANDERSON MASIERO<sup>1</sup>,  
75 JESSYCA VECHIATO GALASSI<sup>1</sup>

76

77 (Artigo elaborado segundo as normas Revista Caatinga)

78

79 **RESUMO:** Para as plantas ornamentais, a utilização dos fungos micorrizos arbusculares  
80 (FMAs) ainda é recente, mas promissora, devendo ser melhor estudada. Diante do exposto,  
81 objetivou-se com o presente estudo avaliar a inoculação de FMAs na brotação dos rizomas e  
82 no crescimento de genótipos de helicônia. O experimento foi realizado no viveiro de mudas  
83 da Unioeste, no período de julho a novembro, sob condições de telado. Os rizomas foram  
84 preparados com 20 cm de altura e levados para a inoculação das micorrizas (2 kg -  
85 aproximadamente 4000 esporos de cada espécie de FMA) em caixas plásticas vazadas. Após  
86 uma semana de inoculação das mudas, foram retiradas das caixas e em seguida, foram levadas  
87 para o plantio em vasos. Os tratos culturais foram realizados periodicamente. O delineamento  
88 experimental foi utilizado em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 5 [3 genótipos, sendo  
89 Alan Carle (*Heliconia spathocircinata*), Holiday (*H. angusta* Vellozo) e Golden Torch (*H.*  
90 *psittacorum* x *H. spathocircinata*) x 4 FMAs (*Scutellospora heterogama*, *Rhizophagus*  
91 *clarus*, *Gigaspora rosea* e *Claroideoglobus etunicatum*) + testemunha (sem inoculação)],  
92 contendo 3 repetições e 3 plantas por repetição. Após 60 dias, foram realizadas as avaliações  
93 fitotécnicas, com frequência de 15 dias, até 180 dias. Independente do FMA utilizado, o  
94 genótipo que se destacou foi o Alan Carle. Os fungos *Rhizophagus clarus* e *Gigaspora rosea*  
95 podem auxiliar na formação do sistema radicular dos genótipos de helicônia estudados.

96

97 Palavras-chave: *Heliconia* sp. Micorriza. Perfilho. Planta tropical.

98

99 **ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON RHIZOME SPROUTING AND**  
100 **GROWTH OF HELICONIA GENOTYPES**

101

102 **ABSTRACT:** For ornamental plants, the use of arbuscular mycorrhizal fungi (AMFs) is still  
103 recent, but promising, and should be better studied. In view of the above, the present study  
104 aimed to evaluate the inoculation of AMFs on rhizome sprouting and growth of heliconia  
105 genotypes. The experiment was conducted at the Unioeste seedling nursery, from July to  
106 November, under shaded conditions. The rhizomes were prepared with 20 cm of height and  
107 taken to the inoculation of the mycorrhizae (2 kg - approximately 4000 spores of each species  
108 of AMF) in empty plastic boxes. After one week of inoculation the seedlings were removed  
109 from the boxes and then taken to be planted in pots. Cultivation was carried out periodically.  
110 The experimental design was in randomized blocks, in a 3 x 5 factorial scheme [3 genotypes,  
111 being Alan Carle (*Heliconia spathocircinata*), Holiday (*H. angusta* Vellozo) and Golden  
112 Torch (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata*) x 4 AMFs (*Scutellospora heterogama*,  
113 *Rhizophagus clarus*, *Gigaspora rosea* and *Claroideoglosum etunicatum*) + control (without  
114 inoculation)], with 3 repetitions and 3 plants per repetition. After 60 days, phytotechnical  
115 evaluations were performed, every 15 days, until 180 days. Regardless of the AMF used, the  
116 genotype that stood out was Alan Carle. The fungi *Rhizophagus clarus* and *Gigaspora rosea*  
117 can help in the formation of the root system of the heliconia genotypes studied.

118

119 Key-words: *Heliconia* sp. Mycorrhiza. Sprout. Tropical plant.

120

## 121 **INTRODUÇÃO**

122

123 O gênero *Heliconia* é o único da família Heliconiaceae, ordem Zingiberales, agrupando  
124 entre 225 a 250 espécies no mundo (RODRÍGUEZ, 2013) e 98% distribuído no centro  
125 sulamericano e Caribe (KRESS, 1990; HENAO; OSPONA, 2008). As plantas são  
126 principalmente do neotrópico, distribuídas desde o México até a Argentina e as nativas do  
127 trópico asiático, onde muitas, naturalmente, são cultivadas como ornamentais (BERRY;  
128 KRESS, 1991).

129 As helicônias são plantas herbáceas, perenes, rizomatosas e formam touceiras de  
130 população monoclonal, com emissão de perfilho (CRILEY; BROCHAT, 1992). Em meio a  
131 seus aspectos morfológicos, que tornam possível identificar helicônias, seu tipo de folhas,  
132 inflorescências coloridas; sendo estas plantas se desenvolvendo melhor em terras baixas,  
133 tropicais úmidas (POCOMUCHA e RÍOS, 2017).

134 O cultivo de plantas ornamentais tropicais, como é o caso da helicônia, é uma atividade  
135 que vem assumindo papel cada vez mais importância no agronegócio brasileiro, gerando

136 milhares de empregos diretos e indiretos, destacando-se os estados da região Norte e Nordeste  
137 do Brasil (FARIAS et al., 2013; CANTOR et al., 2014). Dentre as principais espécies  
138 cultivadas no País, se destacam a *Heliconia spathocircinata*, *H. angusta* e *H. psittacorum* x *H.*  
139 *spathocircinata*, pela beleza, rusticidade e ampla adaptação as condições edafoclimáticas  
140 (FARIAS et al., 2013; SOUZA et al., 2014).

141 O vigor e sanidade das plantas e futura produção das flores de helicônia, estão  
142 associados a vários fatores edafoclimáticos, ressaltando-se o solo ou substrato e umidade e  
143 temperatura, os quais influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas (FARIAS et  
144 al., 2013).

145 As micorrizas são fungos que se desenvolvem naturalmente no solo e colonizam as  
146 raízes das espécies sem ocasionar danos, que de forma mutualística, melhora a sua nutrição e  
147 confere resistência a pragas e doenças, podendo torná-la tolerante a seca e salinidade  
148 (BERUDE et al., 2015), criando maiores benefícios econômicos e ambientais, garantindo  
149 assim, uma produção eficiente no cultivo (BERNAL; CONTRERAS, 2020). Os fungos  
150 micorrízicos arbusculares (FMAs) formam uma simbiose mutualística, denominada de  
151 micorriza arbuscular e desempenham atividades essenciais na natureza, sendo responsáveis  
152 pela extensão e alongamento das raízes. Além disso, desempenham extrema importância na  
153 absorção efetiva de nutrientes, principalmente o fósforo e água pelas plantas, além de atuarem  
154 na estruturação do solo (CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

155 Dentro dos FMAs existem famílias e gêneros de fungos mais estudadas, como o *Glomus*  
156 (*Glomeraceae*) e o *Rhizophagus* (*Monotomidae*) e em quantidade menor, como o  
157 *Scutellospora* (*Scutellosporaceae*) e *Gigaspora* (*Gigasporaceae*) (GAUR et al., 2000; TANG  
158 et al., 2016), em que cada um se difere pela capacidade de colonizar o solo ou substrato  
159 (BERUDE et al., 2015).

160 Diversos estudos com outras espécies vegetais têm demonstrado a eficácia dos FMAs  
161 no crescimento e desenvolvimento das plantas ornamentais (MONTROYA-MARTÍNEZ et al.,  
162 2019), incrementando a altura (LONG et al., 2010), diâmetro do caule e número de flores  
163 (EL-KHATEEB et al., 2011). Com a função de melhorar a absorção dos nutrientes do solo, os  
164 FMAs promoveram também o crescimento e desenvolvimento de plantas de lírio (RUBÍ et  
165 al., 2009), lisianto (MEIR et al., 2010) e girassol (VITAL-VILCHIS et al., 2020).

166 Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inoculação de fungos  
167 micorrizos arbusculares (FMAs) na brotação de rizomas e crescimento de genótipos de  
168 helicônia.

169

## 170 MATERIAL E MÉTODOS

171

172 O experimento foi conduzido no viveiro de mudas (sob coordenadas geográficas de  
173 latitude 25° 26' 28" S, longitude 55° 57' 14" W e altitude de 420 m, da Estação Experimental  
174 de Horticultura e Cultivo Protegido “Professor Mário César Lopes”, pertencente ao Núcleo de  
175 Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus*  
176 *Marechal Cândido Rondon* (PR).

177 O experimento foi conduzido em telado, coberto com tela de sombreamento (50%), no  
178 período de 14 de julho 2021 a 10 de janeiro de 2022 (total de 180 dias). Inicialmente as mudas  
179 oriundas de rizomas, foram adquiridas de viveirista comercial Premium Seeds® e cultivadas  
180 em vasos plásticos de 14 L, contendo como substrato uma mistura de Latossolo Vermelho +  
181 esterco curtido bovino (1:1, v/v), cujos resultados da análise química do substrato constam na  
182 Tabela 1.

183

184 Tabela 1. Propriedades químicas do substrato utilizado nos vasos de helicônia. Unioeste,  
185 *Campus Marechal Cândido Rondon - Paraná. 2022.*

|      | pH     | P                      | K                                  | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | Al <sup>+3</sup> | H+Al | SB    | CTC   | V                  | MO    |
|------|--------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------|-------|--------------------|-------|
| Sub. | (CaCl) | (mg dm <sup>-3</sup> ) | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |                  |                  |                  |      |       | %     | g dm <sup>-3</sup> |       |
|      | 6,55   | 723,48                 | 1,71                               | 9,57             | 4,94             | 0,37             | 2,68 | 16,21 | 16,28 | 48,40              | 85,80 |

186 \*Sub. = substrato, acidez potencial (H + Al), soma de bases (SB), capacidade de troca  
187 catiônica (CTC), saturação de bases (V) e matéria orgânica (MO).

188

189 O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tipo *Cfa*, subtropical úmido  
190 (ALVARES et al., 2013), com média de precipitação anual entre 1600 e 1800 mm e umidade  
191 relativa entre 70-75% (CAVIGLIONE et al., 2000). A temperatura média do ar (°C) e  
192 umidade média relativa do ar (%), foram monitoradas de julho a janeiro, no cultivo protegido,  
193 encontrando-se na faixa de 25-30°C e 30 a 90%, respectivamente (Figura 1).

194 As helicônias mantiveram-se nestas condições por um ano, até a divisão dos rizomas e  
195 preparo das novas mudas para a inoculação das micorrizas. Após este período, foram  
196 selecionados três genótipos: Alan Carle (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata*) (A), Holiday  
197 (*H. angusta* Vellozo) (B) e Golden Torch (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata*) (C) (Figura  
198 2).

199 Para a divisão dos rizomas, utilizou-se canivete devidamente esterilizado, não deixando  
200 brotações junto com a muda. Cada muda foi deixada com 20 cm de altura e levadas para a

201 inoculação das micorrizas em caixas plásticas vazadas (Figura 3), de dimensões de 29 x 9,5 x  
 202 20 cm. Para a inoculação, utilizaram-se 2 kg de solo inóculo (com aproximadamente 2  
 203 esporos por grama) de *Scutellospora heterogama*, *Rhizophagus clarus*, *Gigaspora rosea* e  
 204 *Claroideoglossum etunicatum*, oriundas da Universidade Paranaense (UNIPAR), *Campus*  
 205 Umuarama.

206

207

208

209

210

211

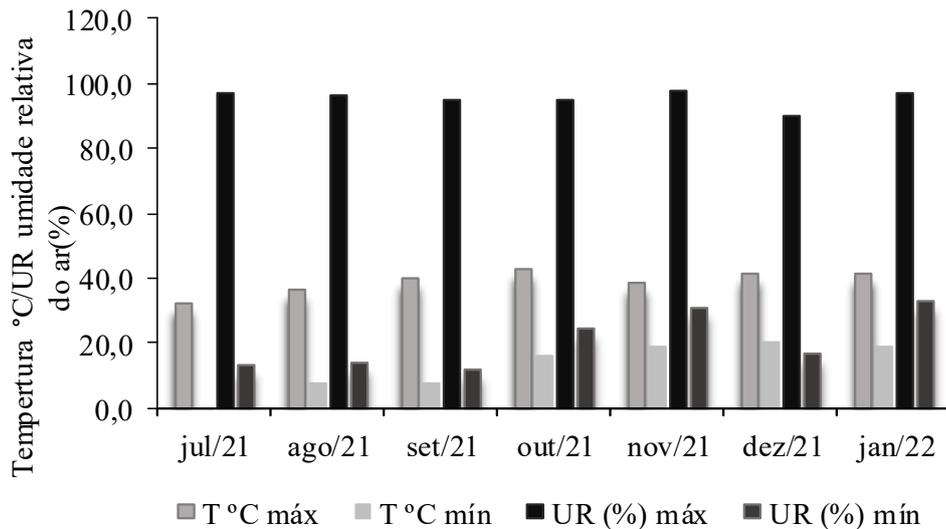
212

213

214

215

216



217 Figura 1. Temperatura média do ar (T°C) e umidade relativa média do ar (UR%), medidas  
 218 durante o período experimental. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.

219

220

221

222

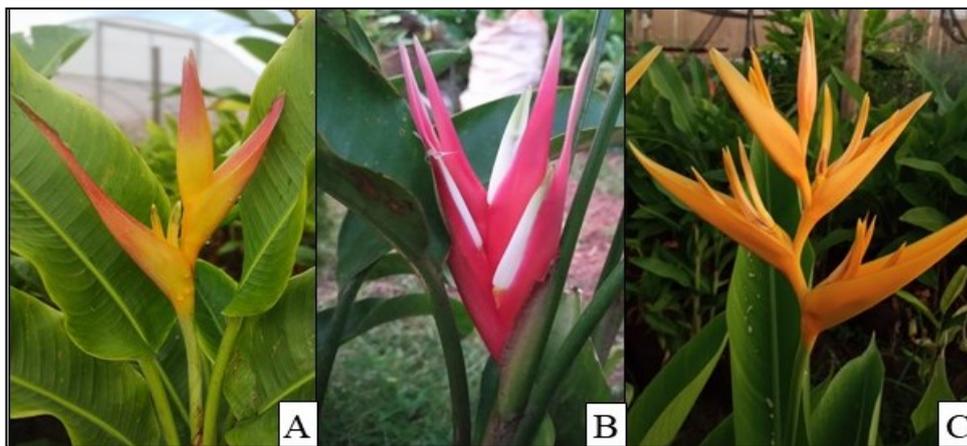
223

224

225

226

227



228 Figura 2. Genótipos de helicônia utilizados no experimento. (A) Alan Carle (*Heliconia*  
 229 *spathocircinata*), (B) Holiday (*H. angusta* Vellozo) e (C) Golden Torch (*H. psittacorum* x *H.*  
 230 *spathocircinata*). Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.

231

232

233

Após uma semana de inoculação, as mudas foram retiradas das caixas e transplantadas em vasos (4,9 L) contendo substrato uma mistura de Latossolo vermelho e esterco bovino

234 curtido (1:1, v/v). Os vasos foram mantidos em condições de telado, permanecendo nessas  
 235 condições durante todo o período experimental. Uma lâmina média de água, de acordo com o  
 236 diâmetro do vaso foi calculada, para determinar uma quantidade média de água aos rizomas,  
 237 durante todo o experimento, em torno de 0,6 L por vaso uma vez ao dia. Os tratos culturais  
 238 foram realizados, como a limpeza dos vasos semanalmente de plantas daninhas.

239

240

241

242

243

244

245

246

247



248 Figura 3. Divisão (A) e separação das touceiras (B) e caixa plástica contendo os genótipos de  
 249 helicônia e o latossolo vermelho + fungos micorrízicos arbusculares (C). Unioeste, *Campus*  
 250 Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.

251

252 O delineamento experimental foi utilizado em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3  
 253 x 5 [três genótipos, sendo Alan Carle (*Heliconia spathocircinata*), Holiday (*H. angusta*  
 254 Vellozo) e Golden Torch (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. golden) x quatro FMAs  
 255 (*Scutellospoa heterogama*, *Rhizophagus clarus*, *Gigaspora rosea* e *Claroideoglopus*  
 256 *etunicatum*) + testemunha (sem inoculação)], contendo três repetições e três plantas por  
 257 repetição (1 planta/vaso).

258 Após 60 dias da inoculação e plantio das mudas, realizaram-se as primeiras avaliações,  
 259 ocorrendo quinzenalmente, até completarem 180 dias, sendo, emergência da brotação (dias),  
 260 comprimento médio de brotações (cm), diâmetro médio de brotações (mm), número de folhas,  
 261 comprimento de folha (cm), largura de folha (cm), número de brotações por planta e índice de  
 262 clorofila (composto por três repetições nas bordas das folhas, gerando uma média final para  
 263 cada planta).

264 Ao final das avaliações de desenvolvimento, foram realizadas avaliações destrutivas,  
 265 selecionando, aleatoriamente, 3 repetições de cada bloco, sendo o comprimento de parte  
 266 aérea/raiz (maior raiz), pesagem separadamente da biomassa fresca e seca das partes da  
 267 planta, como folhas, raízes secundárias e rizoma.

268 Para a secagem da parte aérea e raízes, o material foi acondicionado em sacos de papel  
269 kraft e levados para estufa com circulação de ar (modelo MA 035), a temperatura de 60°C, por  
270 72h. As avaliações de comprimento foram realizadas com o uso de régua milimetrada e para  
271 diâmetro, paquímetro digital. Para a pesagem da biomassa fresca e seca, utilizou-se balança  
272 semianalítica (modelo AS5500C) e para clorofila, aparelho portátil Spad (modelo SPAD-502  
273 Plus).

274 Os dados obtidos foram tabulados e submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk  
275 ( $p > 0,05$ ). Após verificação, realizou-se a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey  
276 ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

277

## 278 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

279

280 Na Tabela 2 verifica-se a análise de variância, não ocorrendo interação significativa  
281 entre os genótipos de helicônia e os FMAs, para nenhuma das variáveis estudadas. Contudo,  
282 observou-se significância para número de brotos, largura de folha (cm), comprimento de  
283 folha, comprimento das brotações (cm) e diâmetro de brotações (mm) nos genótipos.

284 No resumo de análise de variância (Tabela 3), houve diferença significativa para todas  
285 variáveis avaliadas, para os genótipos de helicônia. No entanto, para FMAs, observou-se  
286 significância para biomassa seca de parte aérea, biomassa seca das raízes e biomassa seca de  
287 rizoma. Para nenhuma das variáveis estudadas não foi verificada interação significativa entre  
288 os genótipos e os FMAs.

289 Na Tabela 4 pode-se observar significância para o número de brotações, largura e  
290 comprimento das folhas, comprimento e diâmetro das brotações e índice de clorofila entre os  
291 genótipos de helicônia. Para a emergência das brotações e número de folhas não houve  
292 significância, ou seja, os genótipos estudados se comportaram de forma semelhante em  
293 relação a estas variáveis, independente da utilização dos FMAs.

294 Apesar da emissão de brotações não ter sido significativa, a média para sua formação  
295 ficou em 97 dias, bem diferente da média de plantas cultivadas no Nordeste, que é de 21 dias  
296 (CAVALCANTE et al., 2015; COSTA et al., 2006). Esta diferença em dias se dá,  
297 provavelmente a influência direta das condições edafoclimáticas de cultivo, como tipo de  
298 solo, fotoperíodo e temperatura (CASTRO et al., 2015).

299

300

301

302 Tabela 2. Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para a  
 303 emergência das brotações (EB), número de brotações (NB), número de folhas (NF), largura  
 304 das folhas (LF), comprimento das folhas (CF), comprimento das brotações (CB), diâmetro das  
 305 brotações (DB) e índice de clorofila (CRF) de genótipos de helicônia.

| FV       | GL  | EB (dias)             | NB                   | NF                   | LF (cm)              |
|----------|-----|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Bloco    | 2   | 161,909               | 1,533                | 1,587                | 79,858               |
| Gen. (G) | 2   | 500,255 <sup>ns</sup> | 2,681*               | 0,274 <sup>ns</sup>  | 185,577*             |
| FMA      | 4   | 464,095 <sup>ns</sup> | 0,157 <sup>ns</sup>  | 0,186 <sup>ns</sup>  | 21,548 <sup>ns</sup> |
| G x FMA  | 8   | 259,789 <sup>ns</sup> | 0,254 <sup>ns</sup>  | 0,169 <sup>ns</sup>  | 7,663 <sup>ns</sup>  |
| Resíduo  | 118 | 469,844               | 0,193                | 0,294                | 8,029                |
| Total    | 134 |                       |                      |                      |                      |
| CV(%)    |     | 22,45                 | 23,71 <sup>(a)</sup> | 25,96 <sup>(a)</sup> | 27,66 <sup>(a)</sup> |
| FV       | GL  | CF (cm)               | CB (cm)              | DB (mm)              | CRF (índice)         |
| Bloco    | 2   | 211,291               | 449,772              | 150,429              | 59,958               |
| Gen. (G) | 2   | 537,716*              | 1120,20*             | 246,470*             | 90,543               |
| FMA      | 4   | 40,663 <sup>ns</sup>  | 73,819 <sup>ns</sup> | 29,714 <sup>ns</sup> | 8,009 <sup>ns</sup>  |
| G x FMA  | 8   | 17,739 <sup>ns</sup>  | 39,130 <sup>ns</sup> | 22,692 <sup>ns</sup> | 7,303 <sup>ns</sup>  |
| Resíduo  | 118 | 23,783                | 43,194               | 21,243               | 8,782                |
| Total    | 134 |                       |                      |                      |                      |
| CV(%)    |     | 21,46 <sup>(a)</sup>  | 29,74 <sup>(a)</sup> | 29,18 <sup>(a)</sup> | 29,25 <sup>(a)</sup> |

306 \*Significativo a 5% de probabilidade do erro. ns = não significativo, FV = fonte de variação,  
 307 GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação, Gen. = genótipos de helicônia, FMA  
 308 = fungos micorrízicos arbusculares. <sup>(a)</sup>Dados transformados para raiz quadrada de x+1.

309

310 Na aclimatização de plantas de alpínia, bastão-do-imperador e cúrcuma, a emissão de  
 311 brotações foi otimizada, inoculando o fungo *Claroideogomus etucanicatum* nos rizomas  
 312 (SILVA et al., 2017; CAMPOS et al., 2017; NIDHEESH, 2020). No presente trabalho, este  
 313 mesmo fungo não apresentou resultados satisfatórios para esta variável, possivelmente pela  
 314 época que foi utilizado e pela forma de inoculação.

315 Nos genótipos Alan Carle e Golden Torch observou-se um maior número de brotações  
 316 formadas, não diferindo estatisticamente entre si. Vale ressaltar, que o genótipo Holiday  
 317 apresentou uma menor quantidade de brotações, com média de dois. Esta diferença entre os  
 318 genótipos é esperada, pois, independente das condições edafoclimáticas serem as mesmas, as

319 espécies tropicais são diferentes e respondem de forma variável aos fatores inerentes ao clima  
320 e solo (SILVA et al., 2017).

321

322 Tabela 3. Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para o  
323 comprimento de parte aérea (CPA), comprimento médio das raízes (CMR), biomassa fresca  
324 de parte aérea (BFPA), biomassa fresca das raízes (BFR), biomassa fresca do rizoma (BFRZ),  
325 biomassa seca de parte aérea (BSPA), biomassa seca das raízes (BSR) e biomassa seca do  
326 rizoma (BSRZ) dos genótipos de helicônia.

| FV       | GL  | CPA (cm)              | CMR (cm)              | BFPA (g)             | BFR (g)              |
|----------|-----|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Bloco    | 2   | 568,85                | 75,572                | 9,625                | 4,599                |
| Gen. (G) | 2   | 7463,7*               | 108,553*              | 107,7*               | 133,8*               |
| FMA      | 4   | 114,953 <sup>ns</sup> | 79,828 <sup>ns</sup>  | 5,721 <sup>ns</sup>  | 5,306 <sup>ns</sup>  |
| G x FMA  | 8   | 78,41 <sup>ns</sup>   | 112,428 <sup>ns</sup> | 4,911 <sup>ns</sup>  | 1,978                |
| Resíduo  | 118 | 89,20                 | 88,93                 | 5,009                | 2,237                |
| Total    | 134 |                       |                       |                      |                      |
| CV(%)    |     | 17,48                 | 24,87                 | 23,40 <sup>(a)</sup> | 21,85 <sup>(a)</sup> |
| FV       | GL  | BFRZ (g)              | BSPA (g)              | BSR (g)              | BSRZ (g)             |
| Bloco    | 2   | 9,396                 | 4,241                 | 0,807                | 0,612                |
| Gen. (G) | 2   | 42,57*                | 26,17*                | 21,922*              | 16,719*              |
| FMA      | 4   | 7,369 <sup>ns</sup>   | 2,315*                | 1,139*               | 0,932 <sup>ns</sup>  |
| G x FMA  | 8   | 2,577                 | 0,992                 | 0,526                | 0,128                |
| Resíduo  | 118 | 3,604                 | 0,758                 | 0,334                | 0,578                |
| Total    | 134 |                       |                       |                      |                      |
| CV(%)    |     | 27,29 <sup>(a)</sup>  | 25,17 <sup>(a)</sup>  | 21,68 <sup>(a)</sup> | 24,49 <sup>(a)</sup> |

327 \*Significativo a 5% de probabilidade do erro. ns = não significativo, FV = fonte de variação,  
328 GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação, Gen. = genótipos de helicônia, FMA  
329 = fungos micorrízicos arbusculares. <sup>(a)</sup>Dados transformados para raiz quadrada de x+1.

330

331 A quantidade de brotações formadas é uma característica importante, pois quanto maior  
332 seu número, maior será o número de futuras folhas e inflorescências a serem formadas  
333 (CASTRO et al., 2011). Em um ambiente de cultivo, as folhas são responsáveis por captar  
334 energia solar, produzindo matéria orgânica por meio da fotossíntese e favorecendo assim a  
335 formação das inflorescências (SOUZA et al., 2016).

336 Independentemente do número de folhas não ter sido significativo, a média entre os  
 337 genótipos estudados ficou em quatro, considerada um bom valor, visto que, para a formação  
 338 das inflorescências, a planta deve conter, em média, três folhas (LINARES-GABRIEL et al.,  
 339 2020). Deve-se levar em conta, que as plantas do presente estudo estão na sua fase inicial,  
 340 cultivadas em vaso e quando levadas a campo, conseguem demonstrar todo o seu potencial de  
 341 crescimento e desenvolvimento (FARIAS et al., 2013).

342

343 Tabela 4. Emergência das brotações (EB), número de brotações (NB), número de folhas (NF),  
 344 largura das folhas (LF), comprimento das folhas (CF), comprimento das brotações (CB),  
 345 diâmetro das brotações (DB) e clorofila (CRF) dos genótipos de helicônia.

| Genótipos    | EB (dias)            | NB                   | NF                   | LF (cm)              |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Alan Carle   | 92,73 <sup>ns</sup>  | 3,46 a               | 3,40 <sup>ns</sup>   | 102,09 a             |
| Holiday      | 98,86 <sup>ns</sup>  | 1,73 b               | 3,77 <sup>ns</sup>   | 41,09 c              |
| Golden Torch | 98,08 <sup>ns</sup>  | 2,84 a               | 3,80 <sup>ns</sup>   | 59,80 b              |
| CV(%)        | 22,45                | 23,71 <sup>(a)</sup> | 25,96 <sup>(a)</sup> | 27,66 <sup>(a)</sup> |
| Genótipos    | CF (cm)              | CB (cm)              | DB (mm)              | CRF (cm)             |
| Alan Carle   | 262,27 a             | 503,99 a             | 215,63 a             | 83,52 a              |
| Holiday      | 98,12 c              | 169,68 c             | 126,27 b             | 47,75 b              |
| Golden Torch | 154,06 b             | 300,44 b             | 129,893 b            | 60,12 b              |
| CV(%)        | 21,46 <sup>(a)</sup> | 29,74 <sup>(a)</sup> | 29,18 <sup>(a)</sup> | 29,25 <sup>(a)</sup> |

346 \*Letras minúsculas iguais não diferem entre si na coluna, pelo Teste de Tukey, a 5% de  
 347 probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. ns = não significativo. <sup>(a)</sup>Dados  
 348 transformados para raiz quadrada de x+1.

349

350 Em relação ao tamanho das folhas (largura e comprimento), o genótipo que se destacou  
 351 foi a Alan Carle, demonstrando assim que as plantas formadas são muito vigorosas e  
 352 necessitam de maior espaçamento entre plantas no cultivo a campo. A diferença no tamanho  
 353 de folhas entre as plantas está relacionada diretamente à espécie estudada, pois, segundo  
 354 Souza et al. (2016), helicônias da espécie *Heliconia bihai* apresentam maior área foliar que  
 355 aquelas da espécie *H. psittacorum*. O número de folhas e, conseqüentemente, a área foliar, é  
 356 uma variável importante para a estimativa do crescimento das plantas de helicônia, devido a  
 357 relação entre os componentes da fotossíntese. Supõe-se que o ambiente de cultivo (telado com  
 358 tela de 50% de sombreamento), onde os vasos de helicônia se mantiveram, possa ter

359 proporcionado condições favoráveis para os processos fotossintéticos e, conseqüentemente,  
360 melhor crescimento vegetativo deste genótipo, em específico (SILVA et al., 2017).

361 O comprimento e diâmetro das brotações formadas, independente do FMA utilizado, foi  
362 maior em helicônias do genótipo Alan Carle, corroborando Souza et al. (2016), que  
363 observaram maior área foliar para *Heliconia bihai*. O cultivo em ambiente sombreado pode  
364 incrementar significativamente a área foliar de algumas espécies de helicônia. Este aumento  
365 pode ser reflexo de um mecanismo de adaptação das folhas as condições de pouca  
366 luminosidade, o que possibilita uma maior captação de luz (MIRALLES et al., 2011). Neste  
367 sentido, tal resultado indica a capacidade do genótipo Alan Carle de adequação e  
368 maximização de absorção de luz, em condição de pouca luminosidade. Portanto, a  
369 plasticidade fenotípica existente, independente das condições de sol e sombra, é de elevada  
370 importância para sobrevivência e crescimento em ambientes heterodinâmicos (MIELKE &  
371 SCHAFFER, 2010).

372 Mais uma vez o genótipo Alan Carle se destacou, em relação ao índice de clorofila, não  
373 diferindo entre si os genótipos Holiday e Golden Torch. Maior índice de clorofila foi  
374 observado em plantas com maior área foliar, ou seja, folhas do genótipo Alan Carle  
375 investiram mais energia na produção de pigmentos fotossintéticos, permitindo assim uma  
376 otimização na utilização da intensidade de luz incidente (DENG et al., 2012).

377 Na Tabela 5 verificam-se as variáveis referentes ao comprimento e biomassa da parte  
378 aérea, sistema radicular e rizoma das plantas estudadas, com destaque para o genótipo Alan  
379 Carle, independente do FMA utilizado.

380 De acordo com as variáveis fitotécnicas avaliadas anteriormente, o genótipo que se  
381 destacou novamente com maior altura de plantas foi a Alan Carle. Apesar de estar sendo  
382 cultivada em vaso, seu tamanho em relação ao comprimento e volume de folhas foi maior que  
383 o genótipo Holiday e Golden Torch. Em condições de cultivo a campo, sua altura pode variar  
384 de 0,90 a 1,50 m, porém seu perfilhamento e volume e folhas é considerável, necessitando de  
385 um espaçamento maior de plantio (COSTA et al., 2006; DALAWAI et al., 2017).

386 Resultados semelhantes estatisticamente para os genótipos Alan Carle e Golden Torch,  
387 para biomassa fresca e seca da parte aérea e comprimento da maior raiz. A interação  
388 significativa entre os genótipos e os FMAs não foi observada, porém, para a biomassa seca da  
389 parte aérea, verificou-se significância dos fatores isoladamente (Tabelas 5 e 6). Para biomassa  
390 fresca e seca do sistema radicular e do rizoma, o comportamento foi semelhante, com maior  
391 peso observado no genótipo Alan Carle.

392

393 Tabela 5. Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento médio das raízes (CMR),  
 394 biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa fresca das raízes (BFR), biomassa fresca do  
 395 rizoma (BFRZ), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca das raízes (BSR) e  
 396 biomassa seca do rizoma (BSRZ) dos genótipos de helicônias.

| Genótipos    | CPA (cm)             | CMR (cm)             | BFPA (g)             | BFR (g)              |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Alan Carle   | 71,00 a*             | 40,47 a              | 128,55 a             | 94,955 a             |
| Holiday      | 28,77 c              | 28,43 b              | 43,32 b              | 16,28 c              |
| Golden Torch | 62,33 b              | 44,87 a              | 128,64 a             | 51,48 b              |
| CV(%)        | 17,48                | 24,87                | 23,40 <sup>(a)</sup> | 21,85 <sup>(a)</sup> |
| Genótipos    | BFRZ (g)             | BSPA (g)             | BSR (g)              | BSRZ(g)              |
| Alan Carle   | 81,73 a              | 17,59 a              | 14,81 a              | 17,92 a              |
| Holiday      | 33,09 b              | 3,01 b               | 1,21 c               | 4,62 b               |
| Golden Torch | 44,36 b              | 18,90 a              | 6,54 b               | 7,11 b               |
| CV(%)        | 27,29 <sup>(a)</sup> | 25,17 <sup>(a)</sup> | 21,68 <sup>(a)</sup> | 24,49 <sup>(a)</sup> |

397 \*Letras minúsculas iguais não diferem entre si na coluna, pelo Teste de Tukey, a 5% de  
 398 probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. <sup>(a)</sup>Dados transformados para raiz  
 399 quadrada de x+1.

400

401 Os parâmetros biomassa seca da parte aérea, rizoma e sistema radicular têm grande  
 402 importância como indicativo da qualidade na produção de mudas de plantas tropicais, pois  
 403 reflete seu crescimento em função da quantidade de nutrientes absorvidos provenientes do  
 404 substrato utilizado no vaso (TANIGUCHI et al., 2016). A biomassa fresca e seca são  
 405 consequências diretas do crescimento vegetal, desta forma, plantas que apresentam  
 406 crescimento acentuado em altura e número de folhas principalmente, tendem a apresentar  
 407 maior biomassa fresca e seca (CECCO et al., 2018), como é o caso dos genótipos Alan Carle  
 408 e Golden Torch. Provavelmente estes dois genótipos citados anteriormente realizam  
 409 fotossíntese com maior eficiência que o Holiday, gerando maior acúmulo de biomassa seca  
 410 nas folhas.

411 Para biomassa seca da parte aérea e do sistema radicular dos genótipos de helicônia,  
 412 verificou-se significância para os FMAs, destacando o *Rhizophagus clarus* e *Gigaspora rosa*  
 413 (Tabela 6). Para biomassa seca da parte aérea, melhores resultados foram observados sem a  
 414 inoculação dos fungos, porém, não diferiu estatisticamente do *R. clarus*, *G. rosa* e  
 415 *Scutellospoh heterogama*. Segundo Silva et al. (2013), as micorrizas têm capacidade em

416 aumentar a taxa fotossintética das plantas, incrementando a biomassa seca da parte aérea e  
417 raízes, em resposta à maior produção de fotoassimilados.

418

419 Tabela 6. Biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca das raízes (BSR), com a  
420 inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) nos genótipos de helicônias.

| FMAs                              | BSPA (g)             | BSR (g)              |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| <i>Rhizophagus clarus</i>         | 15,18 ab*            | 9,99 a               |
| <i>Scutellospoh heterogoma</i>    | 10,47 ab             | 6,38 ab              |
| <i>Gigaspora rosa</i>             | 14,81 ab             | 9,60 a               |
| <i>Claroideoglomus etunicatum</i> | 7,97 b               | 4,25 b               |
| Sem inoculação                    | 17,41 a              | 7,38 ab              |
| CV(%)                             | 25,17 <sup>(a)</sup> | 21,68 <sup>(a)</sup> |

421 \*Letras minúsculas iguais não diferem entre na coluna, pelo Teste de Tukey, a 5% de  
422 probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. <sup>(a)</sup>Dados transformados para raiz  
423 quadrada de x+1.

424

425 Independente do genótipo de helicônia estudado, ao se estudar a biomassa seca da parte  
426 aérea ou das raízes, houve uma influência positiva dos fungos micorrízicos na fase inicial de  
427 crescimento das plantas. Trabalhos futuros deverão ser realizados, estudando outros genótipos  
428 de helicônia, outros tipos de FMAs, quantificando os inóculos (esporos), fazendo possíveis  
429 misturas de fungos micorrízicos, além dos estudos fisiológicos.

430

## 431 CONCLUSÕES

432

433 Independente do FMA utilizado, o genótipo que se destacou foi o Alan Carle.

434 Os fungos *Rhizophagus clarus* e *Gigaspora rosea* podem auxiliar na formação do  
435 sistema radicular dos genótipos de helicônia estudados.

436

## 437 REFERÊNCIAS

438

439 ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorological**  
440 **Zeitschrift**, 22: 711-728, 2013.

441

- 442 BERNAL, O. B.; CONTRERAS, D. J. Hongos micorrízicos arbusculares y fertilización en  
443 *Heliconia psittacorum* L. F. × *H. spathocircinata* cv. Tropics. **Revista Fitotecnica Mexicana**,  
444 43: 45-52, 2020.
- 445
- 446 BERRY, F.; KRESS, W. J. **Heliconia an idendification guide**. Smithsonian Institution Press.  
447 Washington and London. 334 p, 1991.
- 448
- 449 BERUDE, M. C. et al. Micorrizas e sua importância agroecológica. **Enciclopedia Biosfera**,  
450 11: s.p., 2015.
- 451
- 452 CANTOR, M. et al. Heliconias-Novelties and applicability in floral art. **Journal of**  
453 **Horticulture, Forestry and Biotechnology**, 1: 22-27, 2014.
- 454
- 455 CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2. ed. Piracicaba:  
456 ESALQ, p. 221, 2016.
- 457
- 458 CASTRO, C. E. F. et al. Helicônias brasileiras: características, ocorrência e usos. **Revista**  
459 **Brasileira de Horticultura Ornamental**, 17: 5-24, 2011.
- 460
- 461 CASTRO A.C.R. et al. Macronutrients deficiency in *Heliconia psittacorum* x *Heliconia*  
462 *spathocircinata* ‘Golden Torch’. **Revista Ciência Agronômica**, 46: 258-265, 2015.
- 463
- 464 CAVALCANTE-BECKMANN, M. Z. et al. Produção de inflorescências de helicônia cv.  
465 Golden Torch sob adubação nitrogenada e potássica. **Comunicata Scientiae**, 6: 65-73, 2015.
- 466
- 467 CAMPOS, M. A. S. et al. Application of arbuscular mycorrhizal fungi during the  
468 acclimatization of *Alpinia purpurata* to induce tolerance to *Meloidogyne arenaria*. **The Plant**  
469 **Pathology Journal**, 3: 329-336, 2017.
- 470
- 471 CAVIGLIONE, J. H. et al. **Climate charts from Paraná**. IAPAR, 2000. 1 CD-ROM.
- 472
- 473 CECCO, R. M. et al. Germinação e crescimento inicial de mudas de espécies não  
474 convencionais de fisális em diferentes substratos e ambientes. **Revista de Ciências**  
475 **Agroveterinárias**, 17: 45-53, 2018.

- 476 COSTA, A. S. et al. Perfilamento e expansão de touceiras de helicônias. **Horticultura**  
477 **Brasileira**, 24: 460-463, 2006.
- 478
- 479 CRILEY, R. A; BROCHAT, T. K. Heliconia: botany and horticulture of new floral crop.  
480 **Horticulturae Review**, 14: 1-55, 1992.
- 481
- 482 DALAWAI, B. et al. Performance of *Heliconia* genotypes for vegetative and flowering traits  
483 under shadehouse condition. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, 6: 2023-  
484 2025, 2017.
- 485
- 486 DENG, Y. et al. Differential responses of double petal and multi petal jasmine to shading: I.  
487 Photosynthetic characteristics and chloroplast ultrastructure. **Plant Physiology and**  
488 **Biochemistry**, 55: 93-102, 2012.
- 489
- 490 EL-KHATEEB, M. A. et al. Effect of mycorrhizal fungi inoculation and humic acid on  
491 vegetative growth and chemical composition of *Acacia saligna* Labill. seedlings under  
492 different irrigation intervals. **Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants**, 3:  
493 283-289, 2011.
- 494
- 495 FARIAS, A. P. et al. Produtividade da *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* cv.  
496 Golden Torch sob diferentes fontes de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia**  
497 **Agrícola e Ambiental**, 17: 713-720, 2013.
- 498
- 499 FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema de análise estatística por computador. **Ciência e**  
500 **Agrotecnologia**, 35: 1039-1042, 2011.
- 501
- 502 GAUR, A. et al. Growth and flowering in *Petunia hybrida*, *Callistephus chinensis* and  
503 *Impatiens balsamina* inoculated with mixed AM inocula or chemical fertilizers in a soil of low  
504 P fertility. **Scientia Horticulturae**, 84: 151-162, 2000.
- 505
- 506 HENAO, E.; OSPINA, A. Insectos benéficos asociados a cultivos de Heliconias en el eje  
507 cafetalero colombiano. **Boletín Científico**, 12: 157-166, 2008.
- 508

- 509 KRESS, J. The diversity and distribution of Heliconia (Heliconiaceae) in Brasil. **Acta**  
510 **Botanica Brasilica**, 4: 159-167, 1990.
- 511
- 512 LINARES-GABRIEL, A. et al. Global vision of heliconias research as cut flower: a review.  
513 **Ornamental Horticulturae**, 26: 633-646, 2020.
- 514
- 515 LONG, L. K. et al. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on zinnia and the different  
516 colonization between *Gigaspora* and *Glomus*. **World Journal of Microbiological**  
517 **Biotechnology**, 26: 1527-1531, 2010.
- 518
- 519 MEIR, D. S. et al. Application of mycorrhizae to ornamental horticultural crops: lisianthus  
520 (*Eustoma grandiflorum*) as a test case. **Spanish Journal of Agricultural Research**, 10: 5-10,  
521 2010.
- 522
- 523 MIELKE, M.S.; SCHAFFER, B. Photosynthetic and growth responses of *Eugenia uniflora* L.  
524 seedlings to soil flooding and light intensity. **Environmental and Experimental Botany**, 68:  
525 113-121, 2010.
- 526
- 527 MIRALLES, J. et al. *Rhamnus alaternus* growth under four simulated shade environments:  
528 Morphological, anatomical and physiological responses. **Scientia Horticulturae**, 127: 562-  
529 570, 2011.
- 530
- 531 MONTOYA-MARTÍNEZ, A. C. Native mycorrhizal arbuscular fungi from the rhizosphere of  
532 *Agave cupreata* and their effect on the growth of *Agave tequilana*. **Revista Fitotecnia**  
533 **Mexicana**, 42: 429-438, 2019.
- 534
- 535 NIDHEESH, K. S. Endomycorrhizal studies in *Curcuma aeruginosa* Roxb. of Kerala, Índia.  
536 **World News of Natural Sciences**, 30: 125-135, 2020.
- 537
- 538 POCOMUCHA, V.S.; RÍOS, W. Caracterización morfológica de colecciones de heliconias en  
539 el centro de investigación y producción tulumayo anexo la divisoria (CIPTALD) - UNAS.  
540 **Investigación y Amazonía**, 6: 25-31, 2017.
- 541
- 542 RODRÍGUEZ, F. M. S. Cultivo del género helicônia. **Cultivo Tropicales**, 34: 24-32, 2013.

- 543 SILVA, M. W. et al. Growth and production of Heliconia under different light conditions.  
544 **Ciências Agrárias**, 38: 24-32, 2013.  
545
- 546 SILVA, M. W. et al. Growth and production of Heliconia under different light conditions.  
547 **Semina: Ciências Agrárias**, 38: 7-17, 2017.  
548
- 549 SOUZA, R. R. et al. Alterações morfofisiológicas e crescimento de helicônias em função de  
550 diferentes ambientes de sombreamento. **Comunicata Scientiae**, 7: 214-222, 2016.  
551
- 552 SOUZA, S. O. et al. Longevidade e sensibilidade de helicônias ‘Golden Torch’ ao etileno  
553 exógeno. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, 20: 67-78, 2014.  
554
- 555 TANG, N. et al. A survey of the gene repertoire of *Gigaspora rosea* unravels conserved  
556 features among Glomeromycota for obligate biotrophy. **Frontiers in Microbiology**, 7: 233,  
557 2016.  
558
- 559 TANIGUCHI, C. A. K. et al. Growth, nutrient accumulation and export by heliconia ‘Red  
560 Opal’. **Ornamental Horticulturae**, 22: 335-342, 2016.  
561
- 562 VITAL-VILCHIS, I. et al. Crecimiento de girassol ornamental en maceta a nivel de campo  
563 por efecto de hongos micorrízicos arbusculares. **Terra Latinoamericana**, 38: 679-692, 2020.  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576

577 **3 ARTIGO 2**

578

579 **ÁCIDO GIBÉRELICO NA BROTAÇÃO DE RIZOMAS E NO**580 **CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE HELICÔNIA**

581

582 JÉSSICA DOS SANTOS ALMEIDA<sup>1</sup>, FABÍOLA VILLA<sup>2\*</sup>,583 DANIEL FERNANDES DA SILVA<sup>3</sup>, MICHEL ANDERSON MASIERO<sup>1</sup>,584 TATIANE EBERLING<sup>4</sup>, LAÍS ROMERO DE PAULA<sup>1</sup>

585

586 (Artigo elaborado segundo normas da Revista Caatinga)

587

588 **RESUMO:** Para auxiliar na brotação de rizomas e o alongamento de plantas tropicais, utiliza-  
 589 se comumente fitormônios, como por exemplo, o ácido giberélico (GA<sub>3</sub>). Diante do exposto,  
 590 o objetivo do presente trabalho foi avaliar a brotação de rizomas e o crescimento de genótipos  
 591 de helicônia, com a aplicação de GA<sub>3</sub>. O experimento foi conduzido em telado, coberto com  
 592 tela de sombreamento (50%), no período de 14 de julho 2021 a 10 de janeiro de 2022 (total de  
 593 180 dias). Inicialmente as mudas oriundas de rizomas, foram adquiridas de viveirista  
 594 comercial Premium Seeds<sup>®</sup> e cultivadas em vasos plásticos de 14 L, contendo como substrato  
 595 uma mistura de Latossolo Vermelho + esterco curtido bovino (1:1, v/v). As helicônias  
 596 mantiveram-se nestas condições por um ano, até a divisão dos rizomas e preparo das novas  
 597 mudas para a aplicação dos tratamentos. O delineamento experimental foi utilizado em blocos  
 598 ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4 [Eden Pink (*Heliconia ortotricha*) e Alan Carle (*H.*  
 599 *psittacorum* x *H. spathocircinata*) x 4 concentrações de GA<sub>3</sub> (0, 400, 800 e 1200 mg L<sup>-1</sup>)],  
 600 contendo 6 repetições e 1 planta por repetição, totalizando 48 plantas. Após 60 dias, foram  
 601 realizadas as avaliações fitotécnicas, com frequência de 15 dias, até 180 dias. Concentrações  
 602 até 400 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> podem ser utilizadas em rizomas, otimizando o desenvolvimento  
 603 inicial dos genótipos de helicônia estudados.

604

605 **Palavras-chaves:** *Heliconia* sp. Perfilho. Fitohormônio.

606

607 **GIBBERELIC ACID ON RHIZOME SPROUTING AND GROWTH OF**608 **HELICONIA GENOTYPES**

609

610

611 **ABSTRACT:** To aid rhizome sprouting and elongation of tropical plants, phytohormones  
612 such as gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) are commonly used. In view of the above, the objective of this  
613 work was to evaluate the rhizome sprouting and growth of heliconia genotypes, with the  
614 application of GA<sub>3</sub>. The experiment was conducted in a shed covered with a shading screen  
615 (50%), from July 14, 2021 to January 10, 2022 (total of 180 days). Initially the rhizome  
616 seedlings were purchased from the commercial nursery Premium Seeds<sup>®</sup> and grown in 14 L  
617 plastic pots containing a mixture of Red Latosol + tanned bovine manure (1:1, v/v) as  
618 substrate. The heliconia were kept in these conditions for one year, until the division of the  
619 rhizomes and preparation of new seedlings for the application of the treatments. The  
620 experimental design was a randomized block design, in a 2 x 4 factorial scheme [Eden Pink  
621 (*Heliconia ortotricha*) and Alan Carle (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata*) x 4 GA<sub>3</sub>  
622 concentrations (0, 400, 800 and 1200 mg L<sup>-1</sup>)], with 6 repetitions and 1 plant per repetition,  
623 totaling 48 plants. After 60 days, phytotechnical evaluations were performed at 15-day  
624 intervals until 180 days. Concentrations up to 400 mg L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub> can be used in rhizomes,  
625 optimizing the initial development of the heliconia genotypes studied.

626

627 **Key-words:** *Heliconia* sp. Sprout. Phytohormone.

628

## 629 INTRODUÇÃO

630

631 O gênero *Heliconia* é o único da família Heliconiaceae, ordem Zingiberales, agrupando  
632 entre 225 a 250 espécies no mundo (RODRÍGUEZ, 2013) e 98% distribuído no centro  
633 sulamericano e Caribe (KRESS, 1990; HENAO; OSPONA, 2008). As plantas são  
634 principalmente do neotrópico, distribuídas desde o México até a Argentina e as nativas do  
635 trópico asiático, onde muitas, naturalmente, são cultivadas como ornamentais (BERRY;  
636 KRESS, 1991).

637 As helicônias são plantas herbáceas, perenes, rizomatosas e formam touceiras de  
638 população monoclonal, com emissão de perfilho (CRILEY; BROCHAT, 1992). Em meio a  
639 seus aspectos morfológicos, que tornam possível identificar helicônias, seu tipo de folhas,  
640 inflorescências coloridas; sendo estas plantas se desenvolvendo melhor em terras baixas,  
641 tropicais úmidas (POCOMUCHA; RÍOS, 2017).

642 O cultivo de plantas ornamentais tropicais, como é o caso da helicônia, é uma atividade  
643 que vem assumindo papel cada vez mais importância no agronegócio brasileiro, gerando  
644 milhares de empregos diretos e indiretos, destacando-se os estados da região Norte e Nordeste

645 do Brasil (FARIAS et al., 2013; CANTOR et al., 2014). Dentre as principais espécies  
646 cultivadas no País, se destacam a *Heliconia spathocircinata*, *H. angusta* e *H. psittacorum* x *H.*  
647 *spathocircinata*, pela beleza, rusticidade e ampla adaptação as condições edafoclimáticas  
648 (FARIAS et al., 2013; SOUZA et al., 2016; SOUZA et al., 2014).

649 O vigor e sanidade das plantas e futura produção das flores de helicônia, estão  
650 associados a vários fatores edafoclimáticos, ressaltando-se o solo ou substrato e umidade e  
651 temperatura, os quais influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas (FARIAS et  
652 al., 2013). Além destes, o tipo de propagação e o uso de hormônios exógenos interferem na  
653 formação e produção de mudas de plantas tropicais (IRACHETA-DONJUAN et al., 2013).

654 Dentre as giberelinas, a mais utilizada na propagação de plantas ornamentais é o ácido  
655 giberélico (GA<sub>3</sub>), com principal função de alongamento de caules, estimulando o crescimento  
656 dessa estrutura de sustentação das plantas (CARVALHO-ZANÃO et al., 2016; LIMA et al.,  
657 2014). Além desta função, pode auxiliar na germinação de sementes, ativando alguns  
658 processos bioquímicos (KUMAR et al., 2018; PRADEEPKUMAR et al., 2020).

659 Pouco se sabe sobre os efeitos fisiológicos das giberelinas em plantas ornamentais (MA;  
660 HUANG, 2016), principalmente helicônias, uma vez que são espécies tropicais de médio a  
661 grande porte, com alto potencial de crescimento e desenvolvimento (CRILEY, 1988;  
662 RESHMI; SHEELA, 2016). Na pós-colheita de plantas ornamentais, concentrações de ácido  
663 giberélico (GA<sub>3</sub>) podem aumentar a longevidade das hastes florais e ser usado como  
664 retardante no processo de envelhecimento e senescência das inflorescências, como copo-de-  
665 leite e alstromeria (JANOWSKA; ANDRZEJAK, 2022; KAVIYA et al., 2021). Ainda, baixas  
666 concentrações podem auxiliar e acelerar a emissão de brotações de plantas tropicais  
667 (RAHMAN et al., 2020).

668 Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a brotação dos rizomas e  
669 crescimento de dois genótipos de helicônias, com a aplicação de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>).

670

## 671 MATERIAL E MÉTODOS

672

673 O experimento foi conduzido no viveiro de mudas (sob coordenadas geográficas de  
674 latitude 25° 26' 28" S, longitude 55° 57' 14" W e altitude de 420 m, da Estação Experimental  
675 de Horticultura e Cultivo Protegido "Professor Mário César Lopes", pertencente ao Núcleo de  
676 Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus*  
677 Marechal Cândido Rondon (PR).

678 O experimento foi conduzido em telado, coberto com tela de sombreamento (50%), no  
 679 período de 14 de julho 2021 a 10 de janeiro de 2022 (total de 180 dias). Inicialmente as mudas  
 680 oriundas de rizomas, foram adquiridas de viveirista comercial Premium Seeds® e cultivadas  
 681 em vasos plásticos de 14 L, contendo como substrato uma mistura de Latossolo Vermelho +  
 682 esterco curtido bovino (1:1, v/v), cujos resultados da análise química do substrato constam na  
 683 Tabela 1.

684

685 Tabela 1. Propriedades químicas do substrato utilizado nos vasos de helicônia. Unioeste,  
 686 *Campus Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.*

|      | pH     | P                      | K                                  | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | Al <sup>+3</sup> | H+Al | SB    | CTC   | V                  | MO    |
|------|--------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------|-------|--------------------|-------|
| Sub. | (CaCl) | (mg dm <sup>-3</sup> ) | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |                  |                  |                  |      |       | %     | g dm <sup>-3</sup> |       |
|      | 6,55   | 723,48                 | 1,71                               | 9,57             | 4,94             | 0,37             | 2,68 | 16,21 | 16,28 | 48,40              | 85,80 |

687 \*Sub. = substrato, acidez potencial (H + Al), soma de bases (SB), capacidade de troca  
 688 catiônica (CTC), saturação de bases (V) e matéria orgânica (MO).

689

690 O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tipo *Cfa*, subtropical úmido  
 691 (ALVARES et al., 2013), com média de precipitação anual entre 1600 e 1800 mm e umidade  
 692 relativa entre 70-75% (CAVIGLIONE et al., 2000). A temperatura média do ar (°C) e  
 693 umidade média relativa do ar (%), foram monitoradas de julho a janeiro, no cultivo protegido,  
 694 encontrando-se na faixa de 25-30°C e 30 a 90%, respectivamente (Figura 1).

695 O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4 [2  
 696 genótipos de helicônia x 4 concentrações de GA<sub>3</sub> (0, 400, 800 e 1200 mg L<sup>-1</sup>)], contendo 6  
 697 repetições e 1 planta por repetição, totalizando 48 plantas.

698 Dois genótipos de helicônia [Alan Carle (*Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata*) e  
 699 Eden Pink (*Heliconia ortotricha*)] foram selecionados e mantidos no viveiro de mudas por um  
 700 ano, até a divisão dos rizomas e preparo das novas mudas para a montagem do experimento e  
 701 aplicação dos tratamentos. Para a divisão dos rizomas, utilizou-se canivete devidamente  
 702 esterilizado, não deixando brotações junto com a muda de 20 cm de altura.

703 As soluções de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) foram pesadas em balança eletrônica semi-  
 704 analítica (modelo AD 500 - Marte Científica) e preparadas em Laboratório, por meio da  
 705 diluição do fitohormônio em pó, diretamente em 2 L de água destilada, para cada uma das  
 706 concentrações, de acordo com os tratamentos aplicados. Na sequência, as mudas com os  
 707 rizomas foram dispostas em baldes plásticos (10 L), juntamente com as soluções de GA<sub>3</sub>, por

708 2 h. Após este tempo, foram distribuídas em vasos plásticos pretos (4,9 L), contendo como  
709 substrato uma mistura de latossolo vermelho + esterco bovino curtido (1:1, v/v).

710 Após 60 dias da inoculação e plantio das mudas, realizaram-se as primeiras avaliações,  
711 ocorrendo quinzenalmente, até completarem 180 dias, sendo, emergência da brotação (dias),  
712 comprimento médio de brotações (cm), diâmetro médio de brotações (mm), número de folhas,  
713 comprimento de folha (cm), largura de folha (cm), número de brotações por planta e índice de  
714 clorofila (composto por três repetições nas bordas das folhas, gerando uma média final para  
715 cada planta).

716

717

718

719

720

721

722

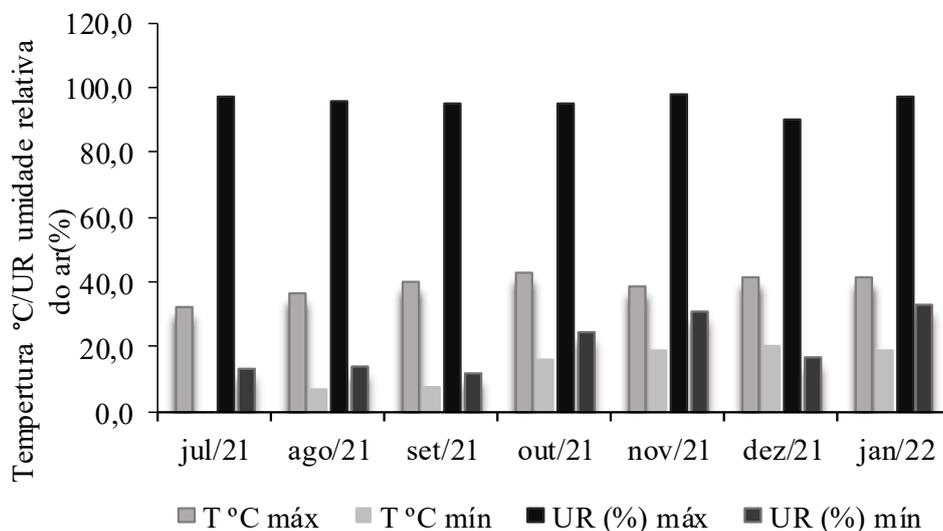
723

724

725

726

727



728 Figura 1. Temperatura média do ar (T°C) e umidade relativa média do ar (UR%), medidas  
729 durante o período experimental. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.

730

731

732

733

734

Ao final das avaliações de desenvolvimento, foram realizadas avaliações destrutivas, selecionando, aleatoriamente, 3 repetições de cada bloco, sendo o comprimento de parte aérea/raiz (maior raiz), pesagem separadamente da biomassa fresca e seca das partes da planta, como folhas, raízes secundárias e rizoma.

735

736

737

738

739

740

Para a secagem da parte aérea e raízes, o material foi acondicionado em sacos de papel kraft e levados para estufa com circulação de ar (modelo MA 035), a temperatura de 60°C, por 72 h. As avaliações de comprimento foram realizadas com o uso de régua milimetrada e para diâmetro, paquímetro digital. Para a pesagem da biomassa fresca e seca, utilizou-se balança semianalítica (modelo AS5500C) e para clorofila, aparelho portátil Spad (modelo SPAD-502 Plus).

741 Os dados obtidos foram tabulados e submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk  
 742 ( $p > 0,05$ ). Após verificação, realizou-se a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey  
 743 ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

744

## 745 RESULTADOS E DISCUSSÃO

746

747 Nas Tabelas 2 e 3 verificou-se significância, de forma isolada, para as concentrações de  
 748 ácido giberélico ( $GA_3$ ), em todas as variáveis estudadas.

749

750 Tabela 2. Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para  
 751 altura das plantas (ALT), diâmetro das plantas (DP), largura das folhas (LF), comprimento  
 752 das folhas (CF), número de folhas (NF), número de brotações (NB) e índice de clorofila  
 753 (CLO) dos genótipos de helicônia.

| FV              | GL | Quadrados médios     |                        |                        |                      |
|-----------------|----|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|                 |    | ALT (cm)             | DP (cm)                | LF (cm)                | CF (cm)              |
| $GA_3$          | 3  | 396,205*             | 86103,957*             | 18092,800*             | 230,270*             |
| Genótipos (GEN) | 1  | 9,128 <sup>ns</sup>  | 2983,740 <sup>ns</sup> | 1971,094 <sup>ns</sup> | 3,346 <sup>ns</sup>  |
| $GA_3$ x GEN    | 3  | 22,282 <sup>ns</sup> | 5732,214 <sup>ns</sup> | 1697,910 <sup>ns</sup> | 11,583 <sup>ns</sup> |
| Repetição       | 5  | 13,582               | 2669,700               | 109,209                | 1,202                |
| Resíduo         | 35 | 24,553               | 2438,383               | 669,471                | 13,839               |
| Total           | 47 |                      |                        |                        |                      |
| CV(%)           |    | 26,50 <sup>(a)</sup> | 23,23                  | 27,32                  | 27,52 <sup>(a)</sup> |
| FV              | GL | NF                   | NB                     | CLO (índice)           |                      |
| $GA_3$          | 3  | 1,437*               | 12,935*                | 73,258*                |                      |
| Genótipos (GEN) | 1  | 0,00 <sup>ns</sup>   | 0,510 <sup>ns</sup>    | 0,240 <sup>ns</sup>    |                      |
| $GA_3$ x GEN    | 3  | 0,049 <sup>ns</sup>  | 0,095 <sup>ns</sup>    | 3,467 <sup>ns</sup>    |                      |
| Repetição       | 5  | 0,037                | 0,320                  | 0,710                  |                      |
| Resíduo         | 35 | 0,208                | 0,471                  | 4,727                  |                      |
| Total           | 47 |                      |                        |                        |                      |
| CV(%)           |    | 20,63 <sup>(a)</sup> | 26,88                  | 26,87 <sup>(a)</sup>   |                      |

754 \*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade de erro, ns = não significativo. FV = fator  
 755 de variação, GL = graus de liberdade,  $GA_3$  = ácido giberélico, CV = coeficiente de variação.

756 <sup>(a)</sup>Dados transformados pela raiz quadrada de  $x+1$ .

757 Na Tabela 3, a significância também foi observada para os genótipos de helicônia, no  
 758 comprimento médio de parte aérea e biomassa fresca do rizoma. A Tabela 4 mostra que houve  
 759 interação significativa para biomassa seca do sistema radicular e significância do GA<sub>3</sub> para a  
 760 biomassa seca da parte aérea e do sistema radicular.

761

762 Tabela 3. Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para  
 763 comprimento médio das plantas (CMR), comprimento médio da parte aérea (CMPA),  
 764 biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa fresca das raízes (BFRA) e biomassa fresca  
 765 do rizoma (BFRIZ) dos genótipos de helicônia.

| FV                    | GL | Quadrados médios      |                      |                        |                      |                      |
|-----------------------|----|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|                       |    | CMR<br>(cm)           | CMPA<br>(cm)         | BFPA<br>(g)            | BFRA<br>(g)          | BFRIZ<br>(g)         |
| GA <sub>3</sub>       | 3  | 876,512*              | 957,320*             | 18270,282*             | 24,217*              | 9,299*               |
| Genótipos             | 1  | 48,450 <sup>ns</sup>  | 1621,970*            | 159,032 <sup>ns</sup>  | 0,102 <sup>ns</sup>  | 18,988*              |
| GA <sub>3</sub> x GEN | 3  | 141,250 <sup>ns</sup> | 76,548 <sup>ns</sup> | 2526,289 <sup>ns</sup> | 3,979 <sup>ns</sup>  | 1,885 <sup>ns</sup>  |
| Repetição             | 5  | 99,184                | 156,152              | 846,489                | 4,458                | 0,013                |
| Resíduo               | 35 | 127,705               | 166,556              | 1255,041               | 2,365                | 2,295                |
| Total                 | 47 |                       |                      |                        |                      |                      |
| CV(%)                 |    | 20,95                 | 22,47                | 27,40                  | 19,12 <sup>(a)</sup> | 15,48 <sup>(a)</sup> |

766 \*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade de erro, ns = não significativo. FV = fator  
 767 de variação, GL = graus de liberdade, GEN = genótipos, GA<sub>3</sub> = ácido giberélico, CV =  
 768 coeficiente de variação. <sup>(a)</sup>Dados transformados pela raiz quadrada de x+1.

769

770 Na Figura 2 verificam-se a significância para a altura das plantas (Figura 2A), diâmetro  
 771 das plantas (Figura 2B), largura das folhas (Figura 2C) e comprimento das folhas (Figura 2D),  
 772 com a aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>. Todas as variáveis de comportaram de maneira  
 773 semelhante, frente a utilização deste fitohormônio, onde, com o aumento das concentrações,  
 774 observou-se um declínio nos valores.

775 Muniandi et al. (2018), em estudos com a aplicação de GA<sub>3</sub> em plantas de hibisco,  
 776 também verificaram que a altura das plantas foi influenciada positivamente com baixas  
 777 concentrações deste fitormônio e que ocorreu fitotoxidez quando utilizaram concentrações  
 778 mais elevadas.

779

780 Tabela 4. Resumo da análise de variância contendo os valores de quadrados médios para  
 781 biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca das raízes (BSRA) e biomassa seca do  
 782 rizoma (BSRIZ) dos genótipos de helicônia.

| FV                    | GL | Quadrados médios     |                     |                      |
|-----------------------|----|----------------------|---------------------|----------------------|
|                       |    | BSPA                 | BSRA                | BSRIZ                |
| Repetição             | 2  |                      |                     |                      |
| GA <sub>3</sub>       | 3  | 5,843*               | 86,319*             | 1,428 <sup>ns</sup>  |
| Genótipos             | 1  | 0,017 <sup>ns</sup>  | 6,686 <sup>ns</sup> | 1,113 <sup>ns</sup>  |
| GA <sub>3</sub> x GEN | 3  | 0,770 <sup>ns</sup>  | 27,357*             | 0,850 <sup>ns</sup>  |
| Resíduo               | 14 | 0,457                | 5,261               | 0,929                |
| Total                 | 23 |                      |                     |                      |
| CV(%)                 |    | 17,64 <sup>(a)</sup> | 29,95               | 23,74 <sup>(a)</sup> |

783 \*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade de erro, ns = não significativo. FV = fator  
 784 de variação, GL = graus de liberdade, GEN = genótipos, GA<sub>3</sub> = ácido giberélico, CV =  
 785 coeficiente de variação. <sup>(a)</sup>Dados transformados pela raiz quadrada de x+1.

786

787 Carvalho et al. (2005) observaram que altas concentrações de GA<sub>3</sub> proporcionaram  
 788 inibição do crescimento de plantas de bananeira cultivar Prata-Gigante. Pode-se afirmar então  
 789 que, altas concentrações são consideradas prejudiciais para a maioria das plantas, uma vez que  
 790 estas apresentam certa quantidade de giberelina endógena (VIEIRA et al., 2010).

791 Na Figura 2B pode-se verificar que o diâmetro basal foi reduzido em todas as plantas,  
 792 quando aplicadas as concentrações de GA<sub>3</sub>, em comparação com aquelas sem a utilização de  
 793 giberelina, resultando assim em plantas mais leves, fracas e menos desenvolvidas.

794 Plantas de helicônias sem aplicação de GA<sub>3</sub>, visualmente se mostraram mais  
 795 desenvolvidas, com pseudocaule em plena expansão de altura e espessura, quando comparada  
 796 aquelas com aplicação, corroborando Carvalho et al. (2005), avaliando plantas de bananeira  
 797 cultivar Prata-Gigante, onde afirmaram que, concentrações elevadas de GA<sub>3</sub> reduziram o  
 798 diâmetro dos pseudocaulos. No estudo de Oliveira et al. (2005), as concentrações deste  
 799 fitormônio (25, 50, 75 e 100 mg L<sup>-1</sup>) não foram adequadas para incrementar o diâmetro do  
 800 caule e o número médio de folhas em mudas de maracujazeiro-doce.

801 Quando se aplicou 400 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, verificou-se maior largura e comprimento das  
 802 folhas (Figuras 2C e 2D), em relação à testemunha (sem aplicação de giberelina). A fim de

803 garantir um padrão de crescimento das espécies vegetais, a alocação de carbono é  
 804 fundamental, com influência direta das giberelinas (PAPARELLI et al., 2013).

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

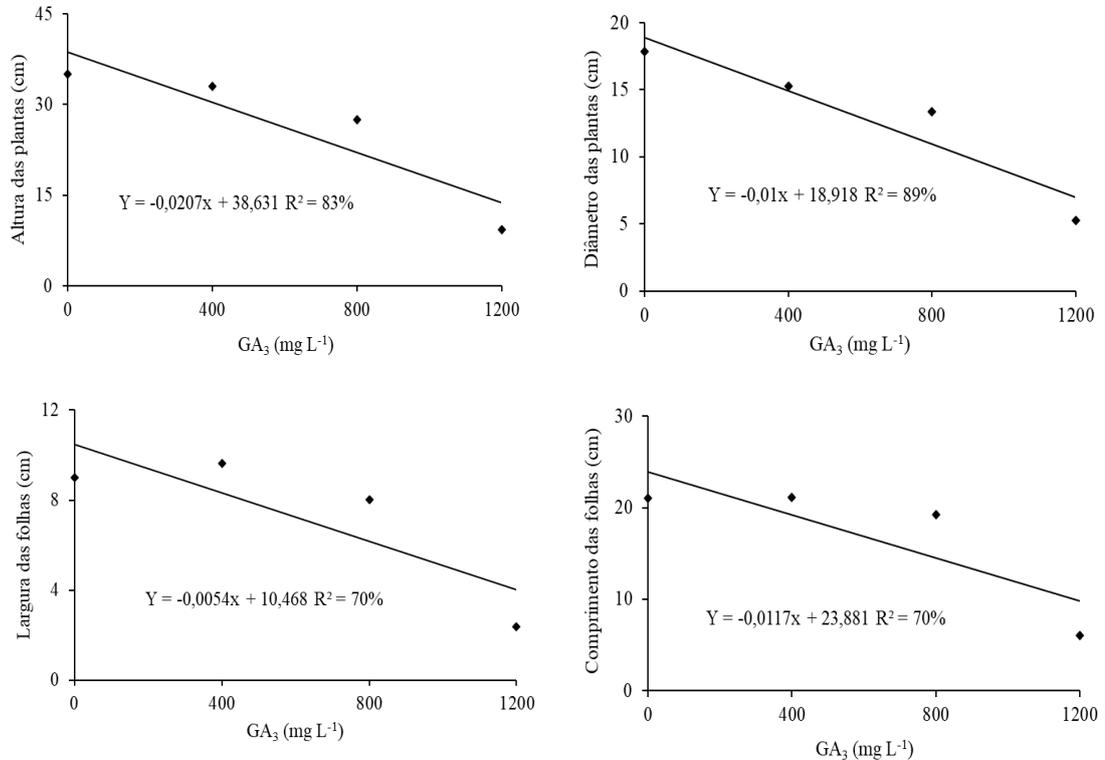
820

821 Figura 2. Altura das plantas (A), diâmetro das plantas (B), largura das folhas (C) e  
 822 comprimento das folhas (D) dos dois genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a  
 823 aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>. Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná.  
 824 2022.

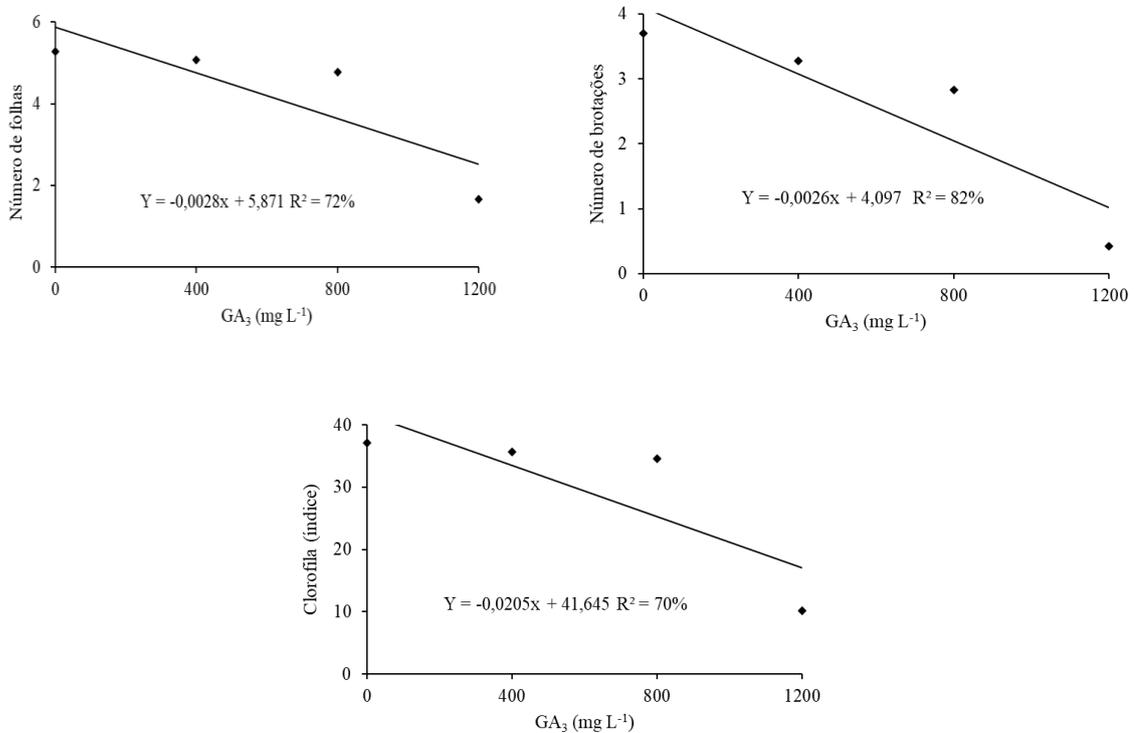
825

826 Ao realizarem a fotossíntese, as plantas fixam CO<sub>2</sub> em carboidratos, que são utilizados  
 827 na construção de novas células e tecidos, no processo de respiração. E ao entrar na planta o  
 828 carbono sofre partição que culmina na alocação de recursos, que determinam o quanto essa  
 829 aquisição de recursos nos órgãos irá atuar nas plantas (MATOS et al., 2020).

830 Em baixas concentrações, o GA<sub>3</sub> promove dilatação da parede celular e crescimento do  
 831 tecido, porém a ação é bloqueada, quando se encontra em concentrações mais elevadas (TAIZ  
 832 e ZEIGER, 2013). O alongamento ocorre em função da atividade do meristema subapical,  
 833 podendo ser regulado pela giberelina que ocorre naturalmente. Quando isso ocorre, a planta  
 834 entende que pode ser prejudicial ao alongamento e desenvolvimento vegetativo, parando  
 835 então de crescer (VENDRUSCOLO et al., 2016).



836 Na Figura 3 (A, B e C) pode-se observar a significância para número de folhas,  
 837 brotações e índice de clorofila, em relação ao GA<sub>3</sub>, com comportamento linear decrescente, de  
 838 acordo com o aumento das concentrações do fitormônio.



839

840

841

842

843

844

845

846

847 Figura 3. Número de folhas (A), número de brotações (B) e índice de clorofila (C) dos dois  
 848 genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>.  
 849 Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.

850

851 Até a concentração de 400 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> foi observada uma alta formação de folhas  
 852 nos genótipos de helicônia, corroborando Muniandi et al. (2018), em trabalho com hibisco  
 853 (*Hibiscus cannabinus* L.). Vale ressaltar que as características morfológicas dos genótipos  
 854 utilizados são muito distintas, como por exemplo, as folhas da Alan Carle são mais alongadas  
 855 e com formato de lança (lanceoladas), enquanto a Eden Pink possui folhas curtas e largas  
 856 (CASTRO et al., 2007). Outros genótipos de helicônia, como Golden Torch e Bihai  
 857 apresentam características semelhantes de crescimento (CASTRO et al., 2011; LINARES-  
 858 GABRIEL et al., 2020).

859 O surgimento de brotações nos genótipos de helicônia foi influenciado negativamente  
 860 pela aplicação das concentrações de GA<sub>3</sub>. Ao acompanhar o seu desenvolvimento  
 861 morfológico, observou-se uma lentidão no crescimento inicial, além do não surgimento de  
 862 novas brotações. Resultados em *Arabidopsis* demonstraram que as plantas integram a

863 eficiência da fotossíntese ao longo de um período de dias e traduzem essa informação em uma  
864 taxa diária de síntese de GA<sub>3</sub>, permitindo que cresça até um tamanho compatível com o  
865 ambiente em que está sendo cultivada (PAPARELLI et al., 2013).

866 O índice de clorofila medido com SPAD, mostrou um teor alto (37,11) para o  
867 tratamento sem aplicação de GA<sub>3</sub>, até a concentração de 400 mg L<sup>-1</sup>. Após este valor, até  
868 1200 mg L<sup>-1</sup> verifica-se que a curva decai consideravelmente, justificada pela pouca formação  
869 de folhas e brotações e, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados bem abaixo do  
870 adequado.

871 Em trabalho com lavanda (*Lavandula officinalis* Chaix.), o maior índice de clorofila foi  
872 observado com a aplicação de 300 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>. Nesse caso a giberelina se ligou à  
873 biossíntese da clorofila nas folhas e, portanto, tenha tido efeitos visíveis sobre a intensidade  
874 verde das plantas (HASSANPOURAGHDAM et al., 2011).

875 Deve-se considerar que, fatores como genótipos, cultivares e/ou híbridos, estádios de  
876 desenvolvimento da cultura, condições edafoclimáticas, doenças e estresses podem interferir  
877 na capacidade de produção da clorofila das plantas (CARVALHO et al., 2012). O teor de  
878 clorofila das helicônias do presente estudo, também pode estar associado as características  
879 morfológicas específicas dos genótipos e as condições de sombreamento em que estavam  
880 mantidas durante as avaliações. Mesmo em ambiente sombreado, as plantas conseguem se  
881 adaptar a condição de pouca luminosidade, como reflexo de um mecanismo de adaptação das  
882 folhas para a captação da luz (MIRALLES et al., 2011) e plasticidade fenotípica (MIELKE e  
883 SCHAFFER, 2010).

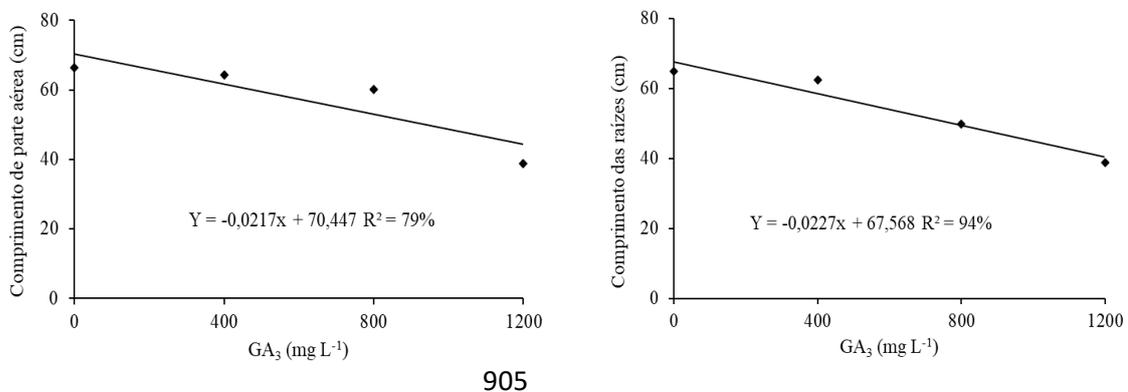
884 O comprimento da parte aérea e das raízes foi significativo e pode ser observado na  
885 Figura 4 (A e B), apresentando regressão linear decrescente, com o aumento das  
886 concentrações de GA<sub>3</sub>. As duas variáveis se comportaram de maneira semelhante, com bons  
887 resultados até a concentração de 400 mg L<sup>-1</sup> do fitormônio. Após esta concentração, verificou-  
888 se uma inibição no tamanho do sistema radicular e no crescimento das helicônias,  
889 corroborando Reshmi e Sheela (2016), estudando alguns fitormônios na brotação de cultivares  
890 de helicônia, Rahman et al. (2020), estudando o gladiolo e Luria et al. (2005), com copo-de-  
891 leite.

892 A giberelina pode inibir a formação de raízes, interferindo na regulação da síntese de  
893 ácidos nucléicos e contrariando os efeitos simulados de outros hormônios iniciadores de  
894 raízes, tais como as auxinas (ácido indolacético - AIA) (FACHINELLO et al., 2008). Wang et  
895 al. (2015), em trabalho com aplicação de GA<sub>3</sub> nas raízes e rebentos de cenoura, observaram

896 que as plantas possuíam menor tamanho, raízes mais leves e suaves, em comparação com  
897 aquelas não tratadas com a giberelina.

898

899 Tal fato pode ser explicado, provavelmente pelo desbalanço hormonal ocorrido na  
900 própria planta, interferindo na divisão celular e pelas condições climáticas que foram  
901 expostas, com temperaturas muito baixas logo após a aplicação do fitormônio. As helicônias  
902 são consideradas espécies tropicais e não crescem e desenvolvem de forma satisfatório com  
903 baixas temperatura, desacelerando assim seus processos fisiológicos, até que estas condições  
904 voltem a ser favoráveis.

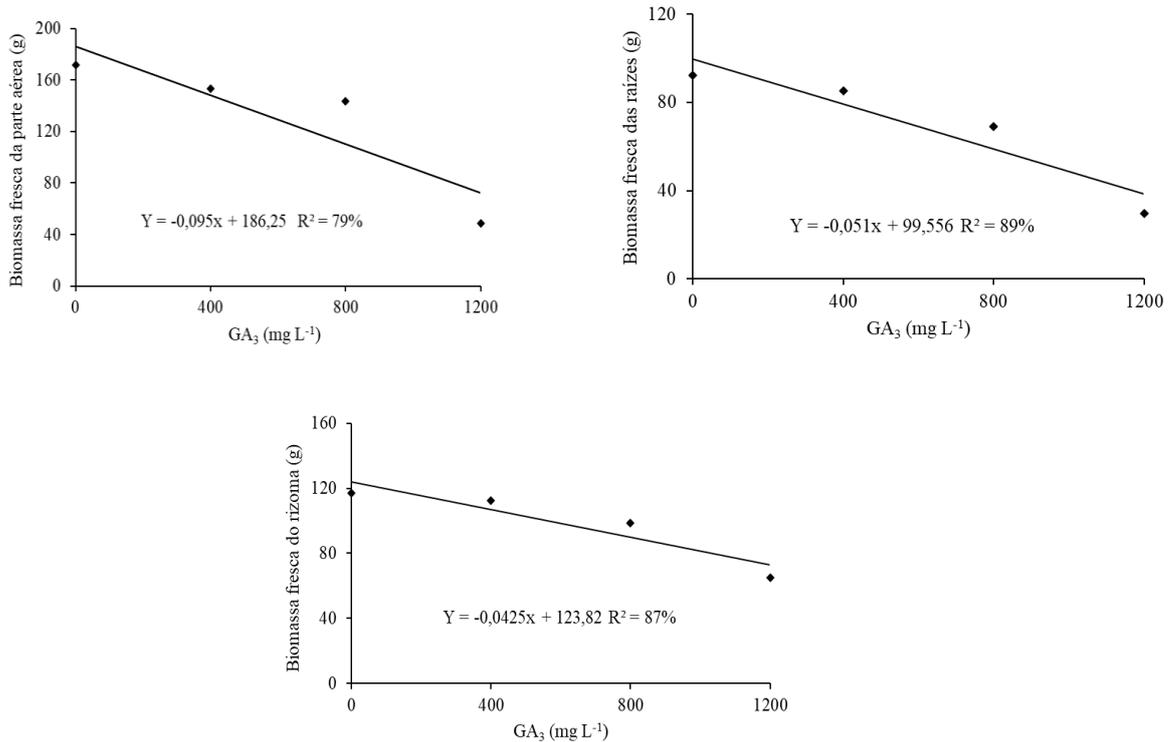


906 Figura 4. Comprimento da parte aérea (cm) (A) e comprimento das raízes (cm) dos dois  
907 genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>.  
908 Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2022.

909

910 A biomassa fresca da parte aérea, raízes e rizoma está apresentada na Figura 5, com  
911 significância para o GA<sub>3</sub> e regressão linear decrescente. Conforme comportamentos  
912 anteriores, o mesmo ocorreu para as biomassas, com concentrações ótimas até 400 mg L<sup>-1</sup> e  
913 fitotoxidez acima deste valor, verificando uma inibição da ação da aplicação exógena.

914 A ação do GA<sub>3</sub> interfere diretamente no alongamento celular, promovendo o  
915 crescimento da parte aérea da planta e antagonicamente inibe a formação de novas raízes,  
916 acarretando uma desproporcionalidade entre biomassa fresca da parte aérea e do sistema  
917 radicular (VENDRUSCOLO et al., 2016). Castro et al. (2016), em estudo com helicônia Red  
918 Opal não encontrou diferenças estatísticas para biomassa fresca e seca da parte aérea. Esta  
919 diferença de resultados nos estudos se dá, provavelmente, pelo crescimento e  
920 desenvolvimento diferenciado dos genótipos (VIEIRA et al., 2010).



921

922

923

924

925

926

927

928

929 Figura 5. Biomassa fresca da parte aérea (g) (A), biomassa fresca das raízes (g) (B) e  
 930 biomassa fresca do rizoma (g) (C) dos dois genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a  
 931 aplicação de concentrações de GA<sub>3</sub>. Unioeste, *Campus Marechal Cândido Rondon*, Paraná.  
 932 2022.

933

934 Na Figura 6 são apresentadas as biomassas secas da parte aérea, raízes e rizoma, com  
 935 significância para o GA<sub>3</sub> e regressão linear decrescente. Conforme comportamentos  
 936 anteriores, o mesmo ocorreu para as biomassas secas, com concentrações ótimas até 400 mg  
 937 L<sup>-1</sup> e fitotoxidez acima deste valor, verificando uma inibição da ação da aplicação exógena.  
 938 Para biomassa seca do sistema radicular, pode-se verificar no desdobramento, interação  
 939 significativa entre os genótipos e as concentrações do fitormônio.

940 Outros trabalhos demonstram que o GA<sub>3</sub> desempenha um papel essencial no  
 941 crescimento e desenvolvimento das raízes de genótipos de helicônia, estimulando o  
 942 aparecimento do sistema radicular em concentrações menores do fitormônio (GOU et al.,  
 943 2010; WANG et al., 2015).

944 Na Tabela 5 observam-se os resultados de significância para o comprimento da parte  
 945 aérea e biomassa fresca do rizoma. Entre os genótipos, têm-se maior altura das plantas para  
 946 Eden Pink, quando comparado ao Alan Carle. As duas espécies, apesar de pertencerem ao  
 947 mesmo gênero, possuem comportamento antagônicos, em relação ao seu crescimento e

948 desenvolvimento (VIEIRA et al., 2010; CASTRO et al., 2011). Para biomassa fresca do  
949 rizoma, o maior valor ocorreu no genótipo Alan Carle.

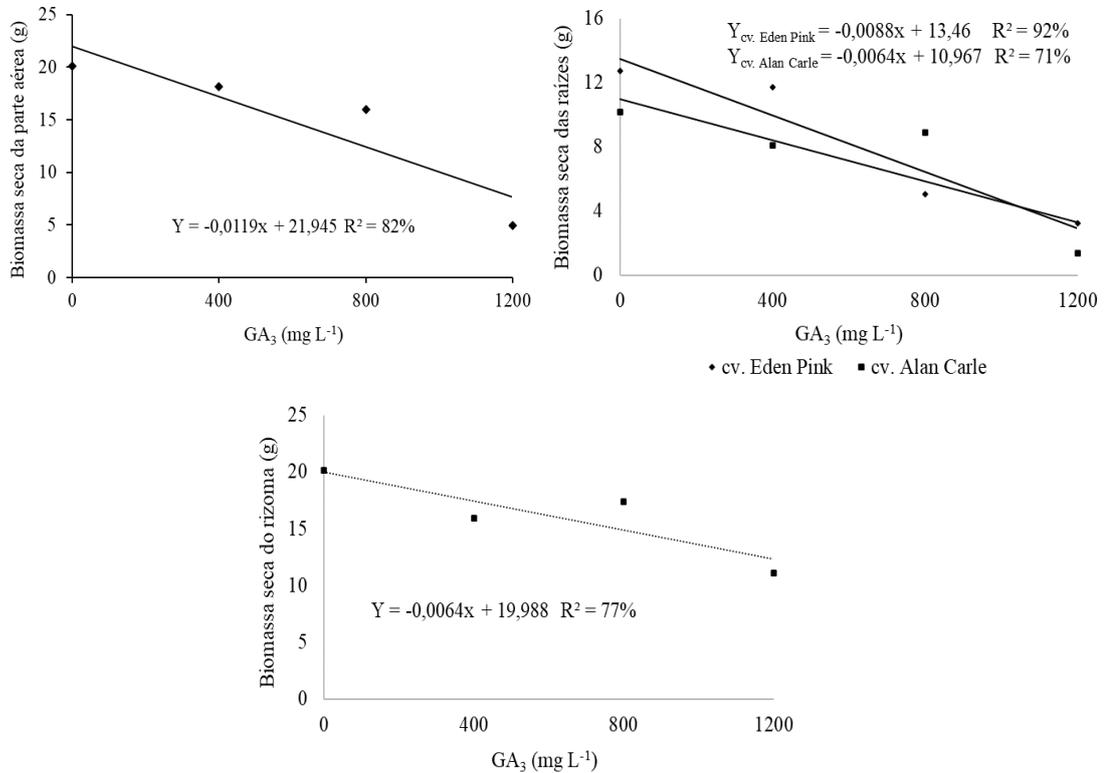


Figura 6. Biomassa seca da parte aérea (g) (A), biomassa seca das raízes (g) (B) e biomassa  
seca do rizoma (g) (C) dos dois genótipos de helicônia, cultivados em vaso, com a aplicação  
de concentrações de GA<sub>3</sub>. Unioeste, *Campus Marechal Cândido Rondon*, Paraná. 2022.

Tabela 5. Comprimento da parte aérea (CPA) e biomassa fresca do rizoma (BFRIZ) nos dois  
genótipos de helicônias, cultivados em vaso.

| Genótipos de helicônia | CPA (cm) | BFRIZ (g)            |
|------------------------|----------|----------------------|
| Eden Pink              | 65,65 a* | 80,78 b              |
| Alan Carle             | 49,21 b  | 115,84 a             |
| CV(%)                  | 22,47    | 15,48 <sup>(a)</sup> |

\*Letras diferem entre si na coluna, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

964

965

966 É importante atentar para alguns fatores que possam ter influenciado no alongamento da  
967 parte aérea, ou até mesmo se a variável estudada possui característica específica, uma vez que  
968 a maioria das helicônias são espécies híbridas e herbáceas e não apresentam altura elevada,

969 porém, perfilham bastante, formando muitas brotações ao redor da planta, além de grande  
970 quantidade de rizomas e raízes mais extensas (COSTA et al., 2007; CASTRO et al., 2011).

971 O uso da giberelina pode auxiliar nestes processos fisiológicos da planta, maximizando  
972 assim o crescimento e desenvolvimento de plantas tropicais, como a helicônia, por exemplo.  
973 Diante do exposto, estudos mais aprofundados devem ser realizados com concentrações até  
974 400 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, outros fitormônios e giberelinas, a fim de comprovar a sua eficiência em  
975 plantas de helicônia cultivadas em vaso e a campo.

976

## 977 **CONCLUSÕES**

978

979 Concentrações até 400 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> podem ser utilizadas em rizomas, otimizando o  
980 desenvolvimento inicial dos genótipos de helicônia estudados.

981

## 982 **REFERÊNCIAS**

983

984 ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorological**  
985 **Zeitschrift**, 22: 711-728, 2013.

986

987 BERRY, F.; KRESS, W. J. **Heliconia**: an identification guide. Washington and London:  
988 Smithsonian Institution Press. 1991. 334p.

989

990 CANTOR, M. et al. Heliconias-Novelties and applicability in floral art. **Journal of**  
991 **Horticulture, Forestry and Biotechnology**, 1: 22-27, 2014.

992

993 CARVALHO, J. A. B. S. et al. Uso da giberelina (GA<sub>3</sub>) na seleção do porte de bananeira das  
994 cultivares prata e prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 27: 449-453, 2005.

995

996 CARVALHO, M. A. et al. **Utilização do clorofilômetro para racionalização da adubação**  
997 **nitrogenada nas culturas do arroz e do feijoeiro**. Embrapa Arroz e Feijão (Comunicado  
998 Técnico, n.205). 2012. 14p.

999

1000 CARVALHO-ZANÃO et al. Production of gladiolus submitted to gibberellic acid in a  
1001 protected environment. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 46: 450-457, 2016.

- 1002 CASTRO, A. C. R. et al. Effects of plant growth regulators in heliconia ‘Red Opal’. **Revista**  
1003 **de Horticultura Ornamental**, 22: 301-306, 2016.
- 1004
- 1005 CASTRO, F. E. C. et al. Helicônias brasileiras: características, ocorrência e usos. **Revista**  
1006 **Brasileira de Horticultura Ornamental**, 17: 5-24, 2011.
- 1007
- 1008 CASTRO, C. E. F. et al. Atualização da nomenclatura de espécies do gênero *Heliconia*  
1009 (*Heliconiaceae*). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, 13: 38-62, 2007.
- 1010
- 1011 CAVIGLIONE, J. H. et al. **Climate charts from Paraná**. IAPAR, 2000. 1 CD-ROM.
- 1012
- 1013 COSTA, A. S. et al. Variabilidade genética e correlações entre caracteres de cultivares e  
1014 híbridos de *Heliconia psittacorum*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2: 187-192,  
1015 2007.
- 1016
- 1017 CRILEY, R. A. Propagation of tropical cut flowers: *Strelitzia*, *Alpinia* and *Heliconia*. **Acta**  
1018 **Horticulturae**, 226: 509-517, 1988.
- 1019
- 1020 CRILEY, R. A.; BROCHAT, T. K. *Heliconia*: botany and horticulture of new floral crop.  
1021 **Horticulturae Review**, 14: 1-55, 1992.
- 1022
- 1023 FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação vegetativa por estaquia**. In: FACHINELLO, J. C. et  
1024 al. (Eds.). Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas,  
1025 2008. 109p.
- 1026
- 1027 FARIAS, A. P. et al. Produtividade da *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* cv.  
1028 Golden Torch sob diferentes fontes de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia**  
1029 **Agrícola e Ambiental**, 17: 713-720, 2013.
- 1030 FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema de análise estatística por computador. **Ciência e**  
1031 **Agrotecnologia**, 35: 1039-1042, 2011.
- 1032
- 1033 GOU, J. et al. Gibberellins regulate lateral root formation in *Populus* through interactions  
1034 with Auxin and other hormones. **The Plant Cell**, 22: 623-639, 2010.
- 1035

- 1036 HASSANPOURAGHDAM, M. B. et al. Gibberellic acid foliar application influences growth,  
1037 volatile oil and some physiological characteristics of lavender (*Lavandula officinalis* Chaix.).  
1038 **Romanian Biotechnological Letters**, 16: 6322-6327, 2011.
- 1039
- 1040 HENAO, E. R.; OSPINA, K. A. **Inséctos benéficos asociados a cultivos de heliconias en el**  
1041 **eje cafetero colombiano**. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural,  
1042 12: 157-166, 2008.
- 1043
- 1044 IRACHETA-DONJUAN, L. et al. **Propagación de heliconias**. INIFAP. CIRPAS. Campo  
1045 Experimental Rosario Izapa. Folleto Técnico, n. 30. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 2013.  
1046 29p.
- 1047
- 1048 JANOWSKA, B.; ANDRZEJAK, R. Cytokinins and gibberellins stimulate the flowering and  
1049 post-harvest longevity of flowers and leaves of calla lilies (*Zantedeschia* Spreng.) with  
1050 colourful inflorescence spathes. **Agronomy**, 12, [s.p.], 2022.
- 1051
- 1052 KAVIYA, S. S. et al. Influence of pre-harvest sprays on flower quality and vase life  
1053 of *Alstroemeria*. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, 10: 429-433, 2021.
- 1054
- 1055 KRESS, J. The diversity and distribution of Heliconia (Heliconiaceae) in Brazil. **Acta**  
1056 **Botanica Brasilica**, 4: 159-167, 1990.
- 1057
- 1058 KUMAR, S. S. et al. Effect of growth regulators on seed germination of bird of paradise  
1059 [*Strelitzia reginae* L.]. **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences**, 7: 101-  
1060 104, 2018.
- 1061
- 1062 LINARES-GABRIEL, A. et. al. Global vision of heliconias research as cut flower: a review.  
1063 **Revista Brasileira de Horticultura**, 26, 4: 633-646, 2020.
- 1064
- 1065 LURIA, G. et al. Effect of planting depth and density, leaf removal, cytokinin and gibberellic  
1066 acid treatments on flowering and rhizome production in *Zantedeschia aethiopica*. **Acta**  
1067 **Horticulturae**, 673: 725-730, 2005.
- 1068

- 1069 MA, X.; HUANG, B. Gibberellin-stimulation of rhizome elongation and differential GA-  
1070 responsive proteomic changes in two grass species. **Front Plant Science**, 7: 905, 2016.  
1071
- 1072 MATOS, F. S. et al. Effect of gibberellin on growth and development of *Spondias tuberosa*  
1073 seedlings. **Revista Caatinga**, 33: 1124-1130, 2020.  
1074
- 1075 MIELKE, M.S.; SCHAFFER, B. Photosynthetic and growth responses of *Eugenia uniflora* L.  
1076 seedlings to soil flooding and light intensity. **Environmental and Experimental Botany**, 68:  
1077 113-121, 2010.  
1078
- 1079 MIRALLES, J. et al. *Rhamnus alaternus* growth under four simulated shade environments:  
1080 Morphological, anatomical and physiological responses. **Scientia Horticulturae**, 127: 562-  
1081 570, 2011.  
1082
- 1083 MUNIANDI, S. K. M. et al. Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) affects growth and development of some  
1084 selected kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) cultivars. **Industrial Crops and Products**, 118: 180-  
1085 187, 2018.  
1086
- 1087 OLIVEIRA, A. et al. Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de mudas de  
1088 *Passiflora alata* curtis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 27: 9-13, 2005.  
1089
- 1090 PAPARELLI, E. et al. Nighttime sugar starvation orchestrates gibberellin biosynthesis and  
1091 plant growth in *Arabidopsis*. **Plant Cell Reports**, 25: 3760-3769, 2013.  
1092
- 1093 POCOMUCHA, V. S.; RÍOS, W. Caracterización morfológica de colecciones de heliconias  
1094 en el centro de investigación y producción tulumayo anexo la divisoria (CIPTALD) - UNAS.  
1095 **Investigación y Amazonía**, 6: 25-31, 2017.  
1096
- 1097 PRADEEPKUMAR, C. M. et al. A review on role and use of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) in flower  
1098 production. **International Journal of Chemical Studies**, 8: 3076-3084, 2020.  
1099
- 1100 RAHMAN, A. et al. Exogenous gibberellic acid application influences on vegetative and  
1101 reproductive aspects in gladiolus. **Ornamental Horticulturae**, 26: 244-250, 2020.  
1102

- 1103 RESHMI, C. R.; SHEELA, V. L. Effect of growth regulators on sucker production in exotic  
1104 varieties of heliconia. **Journal of Plant & Agriculture Research**, 2, [s.n.], 2016.  
1105
- 1106 RODRÍGUEZ, F. M. S. Cultivo del género helicônia. **Cultivo Tropicales**, 34: 24-32, 2013.  
1107
- 1108 SOUZA, R. R. et al. Yield and quality of inflorescences of ‘Golden Torch’ heliconia in  
1109 different shaded environments. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,  
1110 20: 128-132, 2016.  
1111
- 1112 SOUZA, S. O. et al. Longevidade e sensibilidade de helicônias ‘Golden Torch’ ao etileno  
1113 exógeno. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, 20: 67-78, 2014.  
1114
- 1115 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.  
1116
- 1117 VENDRUSCOLO, E. P.; CAMPOS, L. F. C.; MARTINS, A. P. B.; SELEGUINI, A. GA<sub>3</sub> em  
1118 sementes de tomateiro: efeitos na germinação e no desenvolvimento inicial de mudas. **Revista**  
1119 **de Agricultura Neotropical**, 3: 19-23, 2016.  
1120
- 1121 VIEIRA, M. R. S. et al. Use of gibberellin in floriculture. **African Journal of Biotechnology**,  
1122 9: 9118-9121, 2010.  
1123
- 1124 WANG, G. L.; QUE, F.; XU, Z.; WANG, F.; XIONG, A. Exogenous gibberellin altered  
1125 morphology, anatomic and transcriptional regulatory networks of hormones in carrot root and  
1126 shoot. **BMC Plant Biology**, 15: 290, 2015.  
1127  
1128  
1129  
1130  
1131  
1132  
1133  
1134  
1135  
1136

1137 **4 CONCLUSÕES GERAIS**

1138           Independente do FMA utilizado, o genótipo que se destacou foi o Alan Carle.

1139           Os fungos *Rhizophagus clarus* e *Gigaspora rosea* podem auxiliar na formação do  
1140 sistema radicular dos genótipos de helicônia estudados.

1141           Concentrações até 400 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> podem ser utilizadas em rizomas, otimizando o  
1142 desenvolvimento inicial dos genótipos de helicônia estudados.

1143

1144