UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

JÉSSICA DA SILVA SCHMIDT

MODELAGEM DO FLUXO DE EMERGÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO VEGETAL

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ
2022

JÉSSICA DA SILVA SCHMIDT

MODELAGEM DO FLUXO DE EMERGÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS EM SISTEMA AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO VEGETAL

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*.

Orientador: Prof. Dr. Neumárcio Vilanova da Costa

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2022

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

da silva Schmidt, Jéssica
Modelagem do fluxo de emergência das plantas daninhas em sistema agroecológico e convencional de produção vegetal / Jéssica da silva Schmidt; orientador Neumárcio Vilanova da Costa . -- Marechal Cândido Rondon, 2022.
188 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. Germinação. 2. Rotação de culturas. 3. Temperatura. 4. Potencial hídrico. I. Vilanova da Costa , Neumárcio, orient. II. 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

JÉSSICA DA SILVA SCHMIDT

Modelagem do fluxo de emergência das plantas daninhas em sistema agroecológico e convencional de produção vegetal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Orientador - Neumárcio Vilanova da Costa
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

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

Martha Freire da Silva
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Marechal Cândido Rondon, 30 de novembro de 2022

DEDICATÓRIA

A Deus, que se mostrou criador, que foi criativo. Seu fôlego de vida em mim me foi sustento e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades.

Aos meus pais Edgar Schmidt e Teresa Cristina da Silva Schmidt, pelo grande apoio, incentivo e confiança

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, sempre presente comigo, me protegendo nos momentos mais difíceis, me dando forças e inteligência para eu superar todas minhas dificuldades e permitir chegar a mais essa etapa de minha vida.

Aos meus pais, Edgar Schmidt e Teresa Cristina da Silva Schmidt pelo apoio incondicional durante toda a minha caminhada. Pelo amparo e ajuda incessante quando precisei e, por acreditarem em mim, na minha capacidade e vontade de chegar até o fim de mais uma etapa de vida.

Aos meus irmãos, Taís da Silva Schmidt e Guilherme da Silva Schmidt, pela ajuda e apoio.

Ao meu namorado, Marlon Eduardo Posselt, pelo amor, carinho e dedicação, com seu incansável apoio e compreensão, não me deixando desanimar.

Ao professor Neumárcio Vilanova da Costa pela oportunidade, pela valiosa orientação e ensinamentos, pelo seu profissionalismo e pela sua amizade.

Aos demais professores pelos conselhos, técnicas e incentivos a buscar sempre o conhecimento.

Aos meus colegas, em especial da pós-graduação, Guilherme Augusto Boes Sackser, Larissa Hiromi Kiahara e Belmiro Saburo Shimada pela amizade, apoio e auxílio na condução e execução dos experimentos.

Aos membros do Gemop, Douglas Seibert Mengarda, Mateus Klein, Guilherme Muller, Djeisson Marcelo Scheibner e Alyson de Oliveira Carvalho pela amizade, incentivo, momentos de convívio e auxílio na execução dos experimentos.

Aos meus amigos e colegas de pós-graduação e graduação pela amizade e por sempre estarem de braços abertos para dar apoio e um ombro amigo quando fosse preciso.

A técnica de laboratório Neusa Michelon, por estar disposta a me ajudar durante a pesquisa.

À Comissão de Aperfeiçoamento Pessoal do Nível Superior - CAPES pela concessão de bolsa para realização deste estudo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta obra, não citados e ou por vezes não lembrados, nunca menos importantes.

Meus sinceros e afetuosos, muito obrigada.

“O que prevemos raramente ocorre;
o que menos esperamos geralmente acontece.”
Benjamin Disraeli

RESUMO

SCHMIDT, Jéssica da S. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Novembro de 2022. **Modelagem do fluxo de emergência das plantas daninhas em sistema agroecológico e convencional de produção vegetal.** Orientador: Prof. Dr. Neumárcio Vilanova da Costa.

O desenvolvimento de modelos de predição de emergência de plantas daninhas nos ajuda a compreender melhor sobre sua biologia, assim como nos ajuda na elaboração das melhores estratégias de controle. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi realizar a modelagem do fluxo de emergência das espécies de plantas daninhas Conyza *canadensis*, *Leonurus sibiricus* e *Bidens pilosa*, em virtude dos manejos agroecológicos e convencional. O experimento foi conduzido durante o período março/2020 até setembro/2021. Foram avaliados seis talhões com sistemas de rotação de culturas diferentes, sendo cinco talhões com manejo agroecológico e um talhão com o manejo convencional. Os sistemas adotados para cada manejo agroecológico foram: talhão A: Trigo/Feijão/Milho safrinha + Aveia preta, talhão B: Aveia/Soja/Milho safrinha, talhão C: Mix 520 (Ervilha + Aveia + Centeio + Nabo)/Milho/Trigo, talhão D: Mix 110 (Aveia + Centeio + Nabo)/Soja/Mix aduverd 1005 (Centeio + Ervilhaca + Aveia Preta + Nabo + Ervilha Forrgeira), talhão E: Mix (Aveia + Nabo)/Pousio/Mix aduverd 1005, e para o manejo convencional: Milho safrinha/Soja/Milho safrinha (talhão F). As contagens foram realizadas quinzenalmente, sendo que as plantas que emergiram foram contadas, identificadas e removidas. Cada talhão contou com 20 pontos georrefenciados de 0,25 m², sendo 10 pontos amostrais com a presença da cultura e 10 pontos amostrais sem a presença de cultura. Durante o período do levantamento, foram identificadas 46 espécies de plantas daninhas. A espécie *Richardia brasiliensis* apresentou maior Índice de Valor de Importância relativa nos talhões A, E e F; enquanto que para os talhões B, C e E o maior IVIr foi obtido pelas espécies *Leonurus sibiricus, Bidens subalternans* e *Parietaria debilis*, respectivamente. A maior diversidade de espécies de plantas daninhas foi encontrada no talhão E, com 30 espécies identificadas, enquanto a menor diversidade foi encontrada no talhão F, com 20 espécies identificadas. Os pontos sem a presença de cultura apresentaram mais fluxos de emergência e fluxos mais prolongados, em relação aos pontos com a presença de cultura. A rotação de culturas aliado ao cultivo com plantas de cobertura reduziram a emergência de plantas

daninhas nos manejos agroecológicos. A falta de cobertura no solo e o pousio aumentaram a emergência de plantas daninhas. Dentre as espécies que presentes nas áreas, foi possível obter modelos do fluxo para *Leonurus sibiricus, Bidens subalternans* e *Conyza. Canadensis*. As previsibilidades dos modelos de Tempo Térmico e Tempo Hidrotérmico diferiram entre os manejos, dentre as épocas de semeadura e entre as épocas de cultivo. As espécies *Leonurus sibiricus* e *Conyza canadensis* apresentaram melhores ajustes para o modelo baseado no tempo térmico, enquanto a espécie *Bidens subalternans* apresentou maior ajuste para o tempo hidrotérmico. O modelo térmico e hidrotérmico podem prever a emergência de *Conyza canadensis, Leonurus Sibiricus* e *Bidens subalternas* nos manejos agroecológicos e convencional.

Palavras-chave: Germinação. Rotação de culturas. Temperatura. Potencial hídrico

ABSTRACT

SCHMIDT, Jéssica da S.State University of Western Paraná, in November 2022. **Modeling the emergence flow of weeds in an agroecological and conventional plant production system.** Advisor: Prof. Dr. Neumárcio Vilanova da Costa.

The development of weed emergence prediction models helps us to better understand their biology, as well as helps us in the elaboration of the best control strategies. Therefore, the objective of this work was to model the emergence flow of the weed species *Conyza canadensis*, *Leonurus sibiricus* and *Bidens pilosa*, due to agroecological and conventional management. The experiment was conducted from March/2020 to September/2021. Six plots with different crop rotation systems were evaluated, five plots with agroecological management and one plot with conventional management. The systems adopted for each agroecological management were: plot A: wheat/beans/off-season corn + black oats, plot B: oats/soybeans/off-season corn, plot C: Mix 520 (pea + oats + rye + turnip)/corn/wheat , plot D: Mix 110 (Oats + Rye + Turnip)/Soybean/Mix aduverd 1005 (Ry + Vetch + Black Oats + Turnip + Peas), plot E: Mix (Oats + Turnip)/Fallow/Mix aduverd 1005, and for conventional management: Off-season corn/Soybean/Off-season corn (plot F). The counts were performed fortnightly, and the plants that emerged were counted, identified and removed. Each plot had 20 georeferenced points of 0.25 m², 10 sample points with the presence of the crop and 10 sample points without the presence of the crop. During the survey period, 46 weed species were identified. The species *Richardia brasiliensis* showed the highest IVIr in plots A, E and F; while for plots B, C and E the highest Relative Importance Value Index was obtained by the species *Leonurus sibiricus*, *Bidens subalternans* and *Parietaria debilis*, respectively. The greatest diversity of weed species was found in plot E, with 30 species identified, while the lowest diversity was found in plot F, with 20 species identified. The points without the presence of culture presented more emergency flows and longer flows, in relation to the points with the presence of culture. Crop rotation combined with cover crops reduced the emergence of weeds in agroecological management. The lack of soil cover and fallow increased weed emergence. Among the species present in the areas, it was possible to obtain flow models for *Leonurus sibiricus*, *Bidens subalternans* and *Conyza. canadensis*. The predictability of the Thermal Time and Hydrothermal Time models differed among managements, among sowing times and among growing seasons. The species

Leonurus sibiricus and *Conyza canadensis* showed better fits for the model based on thermal time, while the species *Bidens subalternans* showed better fits for hydrothermal time. The thermal and hydrothermal model can predict the emergence of *Conyza canadensis*, *Leonurus Sibiricus* and *Bidens subalternas* in agroecological and conventional management.

Keywords: Germination. Crop rotation. Temperature. water potential

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ano do início de conversão dos talões de manejos agroecológicos do CVT. 44
Tabela 2. Detalhamento das rotações de culturas nos sistemas de manejos agroecológicos e convencional no período de 2016 a 2021. Entre Rios do Oeste-PR. 46
Tabela 3. Resultado médios da análise química dos manejos agroecológicos A, B, C, D e E das áreas do CVT em Entre Rios do Oeste/PR, nas profundidades de 0,00-0,20 m. 49
Tabela 4. Resultado médios da análise química do sistema de manejo Convencional em Entre Rios do Oeste-PR, nas profundidades de 0,00-0,20 m.....49
Tabela 5. Detalhamento das culturas implantadas em cada talhão no Inverno 2020. 50
Tabela 6. Detalhamento das culturas implantadas em cada talhão no verão 2020/2021. 53
Tabela 7. Detalhamento das culturas implantadas em cada talhão no inverno 2021. 55
Tabela 8. Família, espécie e nome comum das espécies identificadas nas áreas com manejos agroecológicos e convencional do CVT da Unioeste. Entre Rios do Oeste/PR, período de 2020 a 2021. 67
Tabela 9. Índice de similaridade florística da comunidade de plantas espontâneas dos diferentes talhões com sistemas agroecológico e convencional considerando todo o período de avaliação (2020-2021),nos pontos com a presença de cultura. 107
Tabela 10. Índice de similaridade florística da comunidade de plantas espontâneas dos diferentes talhões com sistemas agroecológico e convencional considerando todo o período de avaliação (2020-2021),nos pontos sem a presença de cultura. 108
Tabela 11. Média de produtividade do Inverno/2020, Verão 2020/2021 e Inverno/2021. 111
Tabela 12 Parâmetros estimados (a, T50, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados da temperatura da figura 23. 115
Tabela 13. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de potencial hídrico da figura 25.....117

Tabela 14. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de temperatura da figura 27. 119
Tabela 15. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados do potencial hídrico da figura 25. 121
Tabela 16. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados da temperatura da figura 31. 123
Tabela 17. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de potencial hídrico da figura 33. 125
Tabela 18. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados da temperatura da figura 36. 128
Tabela 19. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de Potencial hídrico da figura 36. 130
Tabela 20. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de Potencial hídrico da figura 39. 133
Tabela 21 Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de Potencial hídrico da figura 41. 134
Tabela 22. Parâmetros de temperatura e potencial hídrico estimados para *C. canadensis*, *L. sibiricus*, *B. pilosa*, *D. insularis* e *S. americanum,* de acordo com as figuras 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 e 42. 137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área experimental no município de Entre Rios/PR. 39
Figura 2. Precipitação média diária (mm), temperatura Mínima, Média e Máxima (°C) diária do ar na área experimental durante a realização do experimento nos anos de 2020 e 2021. Entre Rios do Oeste, Pr.....40
Figura 3.Temperatura média diária do solo na área experimental durante a realização do experimento nos anos de 2020 e 2021, em Entre Rios do Oeste. 41
Figura 4. Umidade volumétrica do solo (cm^3 cm^3) diário observados na área experimental durante a realização do experimento nos anos de 2020 e 2021, em Entre Rios do Oeste.....42
Figura 5. Estação experimental do Centro Vocacional Tecnológico de Agroecologia, Mandioca e Agricultura Sustentável do Oeste do Paraná (CVT) da Unioeste, referente ao levantamento durante o período do inverno/20 e verão20/21. 43
Figura 6. Estação experimental do Centro Vocacional Tecnológico de Agroecologia, Mandioca e Agricultura Sustentável do Oeste do Paraná (CVT) da Unioeste, referente ao levantamento durante o período do inverno/21. 44
Figura 7. Primeira divisão das áreas de manejo Agroecológico em Entre Rios do Oeste/PR.....45
Figura 8. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão A (Primavesi).....71
Figura 9. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão A (Primavesi).....74
Figura 10. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão B (Kathounian). 76
Figura 11. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão B (Khatounian). 78
Figura 12: Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão C (Costabeber). Mix RX 520 Mix: Aveia, Centeio, Ervilha

e Nabo. Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira.....80
Figura 13. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão C (Costabeber). Mix RX 520 Mix: Aveia, Centeio, Ervilha e Nabo. Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira.....83
Figura 14: Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 com a presença de cultura no talhão D (Hahnemann). Mix RX 110: Aveia, Centeio e Nabo e Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira 86
Figura 15. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 sem a presença de cultura no talhão D (Hahnemann). Mix RX 110: Aveia, Centeio e Nabo e Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira 88
Figura 16. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão E (Wohlleben). Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira. 90
Figura 17. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão E (Wohlleben) do CVT da Unioeste. Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira. 92
Figura 18. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de março/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão F (Convencional). 96
Figura 19: Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de março/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão F (Convencional). 99
Figura 20. Densidade de plantas daninhas, por coleta, encontradas no período 2020/21 em cada época de avaliação (cultivos) das áreas em sistemas agroecológico e convencional nos pontos com (A) e sem (B) a presença de cultura. Talhões

agroecológicos: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).....102
Figura 21. Densidade acumulada do total de plantas daninhas encontradas no período 2020/21 em cada época de avaliação (cultivos) das áreas em sistemas agroecológico e convencional nos pontos com a presença de cultura. Talhões agroecológicos: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).....105
Figura 22. Total de cobertura de palha sobre o solo (t ha-1) na área durante o monitoramento da emergência de plantas daninhas no período de no período de maio de 2020 á outubro de 2021, em Entre Rios do Oeste/PR. 110
Figura 23. Curvas cumulativas de germinação para *C. canadensis* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.....115
Figura 24. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *C. canadensis*. 116
Figura 25. Curvas cumulativas de germinação para *C. canadensis* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.....117
Figura 26. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) para *C. canadensis*. Símbolos são observações e a linha é a regressão linear ajustada.....118
Figura 27. Curvas cumulativas de germinação para *L. sibiricus* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.....119
Figura 28. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *L. sibiricus*. 120
Figura 29. Curvas cumulativas de germinação para *L. sibiricus* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.....121
Figura 30. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) *L. sibiricus*.....122
Figura 31. Curvas cumulativas de germinação para *B. subalternans* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.....123

Figura 32. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *B. subalternans*.....124
Figura 33. Curvas cumulativas de germinação para *B. subalternans* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.....125
Figura 34. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) para *B. subalternans*. Símbolos são observações e a linha é a regressão linear ajustada. 126
Figura 35. Curvas cumulativas de germinação para *D insularis* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.....128
Figura 36. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *D. insularis*. 129
Figura 37. Curvas cumulativas de germinação para *D. insularis* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.....130
Figura 38. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) para *D. insularis*. Símbolos são observações e a linha é a regressão linear ajustada.....131
Figura 39. Curvas cumulativas de germinação para *S. americanum* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.....132
Figura 40. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *S. americanum*.....133
Figura 41. Curvas cumulativas de germinação para *S. americanum* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.....134
Figura 42. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) para *S. americanum*. 135
Figura 44. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 142

Figura 45. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 143
Figura 46. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 144
Figura 47. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 145
Figura 48. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 146
Figura 49. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão F. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 147
Figura 50. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 148
Figura 51. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a

emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 149
Figura 52. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 150
Figura 53. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 151
Figura 54. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 152
Figura 55. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão F. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 153
Figura 56. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 154
Figura 57. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 155

Figura 58. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 156
Figura 59. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 157
Figura 60. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 158
Figura 61. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão F. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 159
Figura 62. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 160
Figura 63. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 161
Figura 64. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a

emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 162
Figura 65. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 163
Figura 66. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 164
Figura 67. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 165
Figura 68. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 166
Figura 69. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%. 167
Figura 70. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01. 168

Figura 71. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01. 169
Figura 72. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01. 170
Figura 73. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão F. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01. 171

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 24
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 27
2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL X AGROECOLÓGICO 27
2.2 BANCOS DE SEMENTES 30
2.3 GERMINAÇÃO DE SEMENTES 33
2.3.1 Fatores que influenciam na germinação 34
2.4 PREDIÇÃO DE EMERGÊNCIA 36
3 MATERIAL E MÉTODOS 39
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL 39
3.2 HISTÓRICO DOS SISTEMAS DE MANEJOS AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAL 44
3.3 FERTILIDADE DO SOLO E ADUBAÇÃO 48
3.4 MANEJOS ADOTADOS 49
3.4.1 Inverno 2020 49
3.4.2 Verão 2020/2021 51
3.4.3: Inverno 2021 54
3.5 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA 56
3.5.1 Frequência 56
3.5.2 Densidade 57
3.5.3 Abundância 57
3.5.4 Índice de Valor de Importância 58
3.5.5 Similaridade 59
3.6 AVALIAÇÃO DA COBERTURA DE PALHA SOBRE O SOLO E PRODUTIVIDADE 59
3.7 TESTES DE GERMINAÇÃO 60
3.8 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA BASE E POTENCIAL HÍDRICO BASE 61
3.9 MODELAGEM DO FLUXO DE EMERGÊNCIA 63
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 66
4.1 PRINCIPAIS ESPÉCIES ENCONTRADAS NO LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO 66

4.2 DINÂMICA DE EMERGÊNCIA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS EM AREAS AGROECOLOGICAS E CONVENCIONAL 69
4.2.1 Sistema A 69
4.2.2 Sistema B 75
4.2.3 Sistema C 79
4.2.4 Sistema D 84
4.2.5 Sistema E 89
4.2.6 Sistema F 95
4.3 SIMILARIDADE 105
4.4 COBERTURA DE PALHA SOBRE O SOLO E PRODUTIVIDADE 108
4.5 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA BASE E POTENCIAL HÍDRICO BASE 113
4.5.1 *Conyza canadensis* 114
4.4.2 *Leonurus sibiricus* 118
4.2.3 *Bidens subalternans* 122
4.5.2 *Digitaria insularis* 126
4.5.3 *Solanum americanum* 131
4.6 MODELAGEM DO FLUXO DE EMERGÊNCIA 138
5 CONCLUSÃO 172
REFERÊNCIAS 174

1 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são prejudiciais a várias culturas de interesse agrícola pois interferem negativamente no crescimento e desenvolvimento das plantas devido a competição por água, luz, nutrientes e espaço (HOFFMANN, 2017). Além disso, muitas dessas atuam como hospedeiras de pragas e doenças, exercem efeitos alelopáticos, dificultam o manejo e a colheita das plantas cultivadas, aumentam os custos de produção e diminuem a qualidade final do produto, reduzindo o seu valor comercial (VASCONCELOS et al., 2012).

Nesse sentido, o seu controle assume um papel extremamente importante para o manejo cultural. O manejo de plantas daninhas têm sido feito quase exclusivamente através do controle químico, por meio da aplicação de herbicidas. Entretanto, com o aumento dos eventos de resistência de plantas daninhas a herbicidas, a grande adaptabilidade ecológica em áreas agricultáveis e a expansão da agricultura orgânica e da agroecologia, cada vez mais vem adotando-se o manejo integrado de plantas daninhas.

O primeiro passo para elaborar estratégias de controle mais eficiente é estudar a biologia e a ecologia das espécies, principalmente sobre os aspectos relacionados ao seu estabelecimento da cultura. Dentre vários aspectos, a germinação e a emergência, assim como os fatores que os afetam nos trazem informações valiosas, permitindo a elaboração de estratégias de manejo mais adequadas (MAHMOOD et al., 2016) bem como no desenvolvimento de modelos que simulam a emergência de plantas daninhas no campo (LODDO et al., 2018).

A época em que ocorre a germinação das sementes de plantas daninhas e o tempo em que a semente leva para germinar estão relacionados ao sucesso de qualquer espécie em um ecossistema agrícola (KOGER et al., 2004), determinando a capacidade de uma planta competir com plantas vizinhas, sobreviver a estresses bióticos e abióticos e se reproduzirem (FORCELLA et al., 2000). No entanto, a germinação das sementes pode ser afetada por diversos fatores, que podem ser intrínsecos, como o estádio de maturação, a dormência e a longevidade ou ambientais, como a disponibilidade de água, a temperatura, luz, oxigênio, pH, salinidade do solo (CHAUHAN ; GILL; PRESTON, 2006a; MARCOS-FILHO, 2015).

Todos esses fatores podem influenciar o comportamento das sementes de plantas daninhas, entretanto, cada espécie vegetal exige um conjunto de requisitos específicos quanto à disponibilidade de água, temperatura e luz para a ocorrência dos processos germinativo (MONDO et al., 2010). Segundo Canossa et al. (2008), a deficiência de algum desses fatores pode fazer com que a germinação ocorra de forma lenta e em menor escala, ou ainda, induzir à dormência.

A disponibilidade de água afeta a germinabilidade das sementes, pois está envolvida em todas as etapas da germinação. Após a absorção da água, ocorre a reidratação dos tecidos e consequentemente a intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas na semente. A sua falta pode inviabilizar todo o processo germinativo, atuando na redução da velocidade e percentagem de germinação (ALVARADO; BRADFORD, 2002; YAMASHITA; GUIMARÃES, 2010).

A temperatura é importante para a germinação pois ela exerce grande influência na velocidade de absorção da água e nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo necessário para iniciar o processo germinativo, influenciando tanto na percentagem quanto na velocidade de germinação (MARCOS-FILHO, 2015). Cada espécie apresenta a temperatura mínima ou base, ótima e máxima para a germinação (OLIVEIRA; BARBOSA, 2014). Entre as temperaturas mínima, ótima e máxima, podem existir diferenças marcantes entre a germinação de uma mesma espécie de acordo com o local de origem em que ela se encontra (BARROS et al., 2017; OTTAVINI et al., 2019a) uma vez que, devido a ampla variedade genética que as plantas daninhas possuem, elas são capazes de se adaptarem e sobreviverem a diversas condições ambientais.

Vários estudos são realizados para determinar qual a temperatura ótima para a germinação das espécies de plantas daninhas. Alguns autores relataram que a germinação é favorecida em temperaturas constantes, sendo de 20 °C para *C. bonariensis* e *C. canadensis* (VIDAL et al., 2007; YAMASHITA; GUIMARÃES, 2011), e *L. sibiricus* (ALMEIDA et al., 2011), e 25 °C para *A. tenella* (CANOSSA et al., 2008). Outros autores relataram que a alternância de temperatura de 25-30 °C para *B. subalternans* (PAMPLONA et al., 2020), de 20-35 °C para *D. bicornis* e *D. ciliares*, 20-35 °C para *D. horizontalis* e *D. insularis* (MONDO et al., 2010). Contudo, poucos são os estudos que estudam o fluxo de emergência á campo relacionados á variação de temperatura. Entretanto, para muitas espécies de plantas daninhas, as exigências ambientais para germinação das sementes ainda não são conhecidas, sendo

fundamentais o seu conhecimento para o entendimento do seu comportamento ecológico no campo.

As práticas agrícolas realizadas das áreas também podem alterar a emergência de plantas daninhas, podendo inibir sua germinação ou estimulá-la. A densidade e a diversidade de plantas daninhas em uma área podem ser afetadas pela rotação de culturas (DAVIS et al., 2005), condições climáticas, o sistema de manejo (MENALLED et al., 2001), o revolvimento do solo (FORTE, 2016) e a aplicação de herbicidas (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011). Dessa maneira compreender como tais práticas afetam na dinâmica de emergência das espécies que compõem o banco de sementes podem contribuir no aprimoramento do melhor método de manejo.

O levantamento de espécies de plantas daninhas é uma é uma ferramenta que nos permite a identificação, quantificação e a evolução da flora infestante em uma determinada área, além de determinar quais são as espécies mais importantes, possibilitando avaliar o impacto que tais práticas exercem sobre a dinâmica de emergência (VOLL et al.,2005; PINOTTI et al., 2010; VASCONCELOS et al., 2012) ajudando assim na escolha das melhores estratégias de controle a serem adotadas.

O conhecimento do fluxo de emergência das espécies de plantas daninhas que compõem o banco de sementes, em diferentes épocas do ano, também nos ajuda a adequar práticas de manejo ou racionalizar o uso de herbicidas, com base nas premissas do manejo integrado de plantas daninhas (ZANDONÁ, 2019). Além disso, o conhecimento sobre o padrão de emergência de plantas daninhas aliados ao conhecimento dos parâmetros biológicos das plantas daninhas (temperatura e potencial hídrico na germinação), juntamente com as informações climáticas nos ajudará elaborar modelos matemáticos e empíricos que preveem a germinação de plantas daninhas. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo modelar o fluxo de emergência de plantas daninhas sob manejos agroecológico e convencional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL X AGROECOLÓGICO

O sistema de produção convencional é caracterizado pelo preparo intensivo do solo e uso de insumos químicos, tanto para adubação como para o controle de pragas e doenças, além de cultivares de alta resposta a esses insumos. Assim, esse modelo de agricultura é composto por um pacote tecnológico extremamente dependente de insumos industrializados (ALTIERI, 2004), tendo como objetivo a busca pela maior produtividade e eficiência agrícola, sendo marcado pelas monoculturas com o preparo de solo de forma intensiva ou a sucessão de culturas.

Nesse sistema, o método mais utilizado para o controle de plantas daninhas é o controle químico, devido a praticidade, a eficiência, a rapidez na operação além de evitar a competição das plantas daninhas com a cultura pois o controle químico visa erradicação das plantas infestantes (CONSTANTIN et al., 2011; AGOSTINETTO et al., 2015). Porém, o uso indiscriminado de herbicidas ao longo dos anos tem desenvolvido inúmeros casos de resistência de plantas daninhas devido à pressão de seleção de biótipos resistentes (SILVA et al., 2007).

De acordo com dados fornecidos pela HEAP (2022), até o ano de 2020 foram registrados 53 casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas registrados no Brasil. Na grande maioria destes casos de resistência estavam relacionados as espécies de monocotiledôneas como o capim amargoso (*Diditaria insularis*), capim arroz (*Echinochloa crus-galli var. crus-galli*) Azevém australiano (*Lolium Multiflorum*), e de dicotiledôneas como a de buva (*Conyza sumatrensis, C. bonarienesis* e *C. canadensis*), o picão-preto (*Bidens pilosa* e *B. subalternans*), o caruru (*Amaranthus palmeri, A. retroflexus* e *A. viridis*) e a leiteira (*Euphorbia heterophylla*). Além disso, várias espécies têm apresentado resistência múltiplas aos herbicidas.

Outro grande problema gerado pela agricultura convencional é o monocultivo ou a sucessão de culturas, que tendem a favorecer determinadas espécies de plantas daninhas, principalmente as que apresentem características semelhantes as culturas (KOOCHEKI et al., 2009).

Já o sistema agroecológico objetiva a produção sustentável ao longo do tempo, sem agredir o meio ambiente, com a adoção de técnicas de manejo conservacionistas do solo e da água e o uso responsável dos recursos naturais

disponíveis com base da reciclagem de nutrientes e a utilização de insumos orgânicos (SILVA JUNIOR et al., 2014). Esse sistema visa a promoção da agrobiodiversidade e da manutenção dos ciclos biológicos, buscando sempre a sustentabilidade econômica, social e ambiental de uma propriedade em um dado período.

No sistema orgânico e agroecológico, as plantas daninhas existentes na localidade assumem grande importância para o aumento da biodiversidade e o equilíbrio biológico, pois algumas espécies presentes atuam como hospedeiros alternativos de insetos benéficos, ofertando recursos para a sobrevivência e reprodução desses insetos, enquanto outras espécies ajudam no controle desses insetos. No cultivo de hortaliças, as espécies *T. minuta* L., *S. oleraceus L*, *P. olareaceae L.* *e A. viridis L.* auxiliaram no controle populacional de insetos indesejados (LOVATTO et al. 2012). Além disso, as plantas daninhas funcionam como barreira física ou química, dificultando a localização, a reprodução e a colonização da cultura hospedeira pelos insetos indesejados, através das barreiras por repelência química ou inibição da alimentação pela presença de plantas não-hospedeiras (LANDIS et al., 2000; ULBER, 2010).

Além da biodiversidade, algumas espécies de plantas daninhas podem proteger o solo contra a erosão, serem fixadoras de nitrogênio por meio associação com bactérias simbióticas, ou ainda servirem como indicadores biológicos, na qual a presença de determinadas espécies sinaliza determinadas condições (físicas, químicas ou biológicas) dos solos onde ocorrem, auxiliando na identificação de problemas (PEREIRA; MELO, 2008; BLUME et al; 2010). Desta forma, a manutenção da vegetação de plantas daninhas dentro e no entorno dos plantios, e o aumento da diversidade e variabilidade das espécies cultivadas são práticas que favorecem a conservação e o aumento do controle biológico, assim como favorecem o aumento da diversidade (JONSSON et al., 2010).

No sistema de produção orgânica ou agroecológica, quando necessário, o controle das plantas daninhas é realizado por meio do controle preventivo, físico, mecânico, cultural, biológico e a associação de diversas técnicas (manejo integrado). O controle preventivo consiste em práticas que visam em impedir a introdução, o estabelecimento e a disseminação de plantas daninhas para novas áreas de cultivo. As principais medidas preventivas são a aquisição de sementes certificadas, a produção de mudas em substratos livres da contaminação de plantas daninhas, a limpeza de máquinas e implementos antes, durante ou após qualquer operação

mecanizada em uma lavoura, o controle de espécies de plantas daninhas até a fase de floração (RONCHI et al., 2010).

O controle físico ou mecânico é realizado através da capina, roçagem, gradagem ou o revolvimento do solo (MELO et al., 2007). O arranque ou o a capina manual são um dos métodos mais eficientes e antigos utilizados, sendo comum em canteiros de hortaliças ou em lugares onde a topografia ou o relevo da localidade não permite o uso de outras técnicas. Entretanto, apresentam baixo rendimento quando comparado a outros métodos. A roçada manual ou mecânica é muito utilizada em pomares, onde é realizado o corte das plantas infestantes nas estrelinhas, deixando-as com altura bastante reduzida, mantendo sempre o solo coberto para o controle da erosão, principalmente em locais que apresentam terrenos declivosos (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

O controle mecanizado pode ser realizado com implementos tracionados por animais ou tratores, sendo facilmente controladas em condições de solo seco e alta radiação. Entretanto, este método não controla as plantas daninhas localizadas na linha da cultura, além de poder danificar o sistema radicular, expor o solo a perda de umidade devido a remoção da palhada, e apresentar baixa eficiência em períodos chuvosos ou no controle de plantas que se reproduzem por partes vegetativas (SILVA; BRAUN; COELHO, 2011).

O controle cultural consiste no uso de boas práticas agrícolas que vise o favorecimento do crescimento e desenvolvimento da cultura em detrimento das plantas daninhas. Esse método de controle adota práticas muito comuns como o uso de sementes vigorosas e de rápida germinação, a diminuição entre o espaçamento da cultura e a maior densidade de semeadura, a rotação de culturas, práticas essas que promovem o rápido fechamento das entre linhas diminuindo a emergência de plantas espontâneas sensíveis ao sombreamento.

A variação no espaçamento entrelinhas ou o aumento da densidade de plantas na linha pode contribuir para a redução da interferência das plantas daninhas, uma vez que proporciona maior vantagem competitiva em grande parte das culturas sobre as plantas daninhas sensíveis ao sombreamento. Em plantas de milho, foi observado que a redução no espaçamento entre as fileiras de 76 para 56 centímetros reduziu em 28% a massa acumulada em *Chenopodium álbum* (THARP; KELLS, 2001). O aumento da densidade de semeadura do sorgo sacarino reduziu em cerca

de 20% na incidência de plantas daninhas devido a menor incidência de luz no interior do dossel, agindo como controle natural (GOMES; KARAM, 2018).

Outro método eficiente no controle de plantas daninhas em sistemas agroecológicos é o uso de plantas de cobertura ou o uso da adubação verde. Segundo Forte et al. (2018), ao avaliarem diferentes plantas cobertura de inverno (aveia-preta, ervilhaca, nabo, aveia-preta + ervilhaca, aveia-preta + nabo, nabo + ervilhaca), por três safras consecutivas de soja, milho e feijão, constataram que as espécies de inverno interferiram no número de espécies de plantas daninhas encontradas na área, sendo que o consórcio de aveia-preta e ervilhaca cultivadas individualmente ou em consórcio resultou na menor densidade de espécies infestantes no banco de sementes. A redução da emergência de plantas daninhas também foi observada no cultivo do milho, após o uso de cobertura morta de aveia preta e nabo forrageiro (MARTINS; GONÇALVES; SILVA, 2016).

A supressão da infestação de plantas daninhas por plantas de cobertura ocorre devido à competição entre as espécies e a alelopatia, podendo ocorrer durante o desenvolvimento vegetativo das espécies cultivadas ou após seu manejo no campo (SILVA et al., 2009). A presença de uma camada de palha sobre a superfície pode servir como uma barreira física, impedindo a germinação de plantas daninhas devido a intercetação da luz sobre a superfície do solo, causando um efeito negativo sob as sementes fotoblásticas positivas (GOMES; CHRISTOFFOLETI, 2008). Outro efeito observado pela manutenção da palhada sobre a superfície do solo é a menor oscilação nas amplitudes térmicas e hídricas no solo, que desfavorece a germinação das sementes de algumas espécies de plantas daninhas (DORN et al., 2013). Além disso, o processo de decomposição desses resíduos vegetais liberam gradualmente no solo uma série de compostos alelopáticos, que podem interferir negativamente na germinação e na emergência de plantas daninhas

2.2 BANCOS DE SEMENTES

Uma das principais estratégias de sobrevivência das plantas daninhas é a alta produção de sementes, que, aliada com alta dispersão e a dormência, permanecem sobre a superfície do solo ou enterradas formando o banco de sementes (MESQUITA et al., 2016).

De acordo com Roberts (1981), o banco de sementes pode ser definido como a reserva de sementes viáveis no solo. Para Simpson et al. (1989), o banco de sementes é definido como a reserva de todas as sementes viáveis, presentes no solo ou associadas a restos vegetais. Baker (1989) define o banco de sementes como sendo o reservatório correspondente às sementes não germinadas no campo, mas, que potencialmente podem ser capazes de substituir uma planta adulta, que morreram naturalmente ou não. Para as espécies anuais, o banco de sementes pode ser considerado como o principal ciclo de vida, sendo a principal causa de sua persistência no campo. Para as espécies perenes, além do banco de sementes, há um banco de propágulos vegetativos como tubérculos, rizomas e estolões (CHRISTOFFOLETI; CAETANO, 1998).

O banco de sementes é um sistema dinâmico em que seu estoque de sementes e sua composição botânica variam conforme o balanço de entradas e saídas de semente no solo. A produção de novas sementes por meio de plantas remanescentes ou a dispersão das sementes pelo homem, maquinários, animais, vento e a água são as principais formas de entrada ou aumento do banco sementes. A saída das sementes ocorre pela germinação, senescência, deterioração, predação de sementes ou através da dispersão (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

De acordo com Thompson e Grime (1979) o banco de sementes em áreas agrícolas pode ser dividido em dois grupos: transitórios e persistentes. Nos bancos de sementes transitórios, as sementes permanecem viáveis no solo pelo período aproximado de um ano. Esse grupo é composto por plantas daninhas sazonais, de espécies anuais e de início de sucessão. Já no banco de sementes persistentes, uma fração das sementes permanecem viáveis no solo por períodos mais longos. Esse grupo é composto por plantas daninhas perenes e de final de ciclo.

De modo geral, algumas práticas podem alterar o banco de sementes do solo. O revolvimento do solo tende a estimular a germinação e emergência de plantas daninhas. De acordo com Forte (2016), o sistema plantio direto do solo contribui para a diminuição do banco de sementes e a densidade de plantas daninhas emergidas devido a cobertura do solo que inibe a germinação de algumas espécies, além de concentrar as sementes nas partes mais superficiais, o que não ocorre no plantio convencional com o revolvimento do solo.

O uso de plantas de cobertura com alta produção de palhada podem interferir na germinação e sobrevivência de plântulas. Além do efeito físico, algumas espécies

por serem fotoblásticas positivas são afetadas através da redução de determinados comprimentos de onda ou da amplitude térmica. A alelopatia também interfere na germinação de algumas espécies através da liberação de compostos alelopáticos que prejudicam a germinação e o crescimento de algumas espécies de plantas daninhas (MONQUERO et al., 2009).

A utilização de herbicidas para o controle das plantas daninhas influência as espécies que compõem o banco de sementes, podendo aumentar ou diminuir o número de espécies e de indivíduos que as compõem. O uso de herbicidas visa controlar as plantas daninhas, a fim de diminuir a matocompetição, principalmente no início do ciclo da cultura, período em que são causadas as maiores perdas devido a interferência das daninhas (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011). Porém, o uso indiscriminado por vários anos dos mesmos mecanismos de ação acaba selecionando algumas espécies ou biótipos de plantas daninhas, permitindo que se adaptem a esse ambiente.

Nesse sentido, a avaliação do banco de sementes em diferentes sistemas de manejo pode ajudar a compreender mais sobre os fatores que interferem sobre o mesmo e sua dinâmica, bem como ajudar o produtor na tomada de decisão. Segundo Cardina e Sparrow (1996) uma predição precisa da emergência de plantas daninhas do banco de sementes permitem os agricultores realizarem um melhor planejamento do controle e impedem a aplicação inadequada de herbicidas em condições de pré-emergência.

A estimativa qualitativa e quantitativa das sementes no banco pode ser acompanhada pela germinação direta das amostras do solo ou extração física ou química das sementes associada por ensaios de viabilidade (LUSCHEI et al., 1998). A técnica mais utilizada para a determinação do número de sementes é a estimativa de emergência de plântulas a partir de uma amostra de solo, que é espalhada em camadas finas sobre bandejas e mantido em um ambiente adequado e úmido, para assegurar condições ambientais favoráveis ao surgimento das plântulas (PUTWAIN; GILLHAM, 1990). Porém, esse método pode subestimar o número de sementes, uma vez que as sementes de plantas daninhas apresentam diferentes fluxos de emergência quando estão presentes no campo, devido as condições climáticas que são encontradas no local. Para que a determinação seja confiável, é necessário conduzir o ensaio por longos períodos.

O método físico de separação das sementes se dá através da passagem do solo por um conjunto de peneiras. Porém, muitas espécies de plantas daninhas apresentam sementes pequenas, que dificulta a separação das sementes do solo, além de requer um longo tempo para a realização do teste, prejudicando a viabilidade das sementes (BUHLER; MAXWELL, 1993). O método químico de separação das sementes consiste no uso de substâncias que promovem a flotação do solo (CAETANO, 2000). Há ainda o método direto para identificar as sementes viáveis no solo, onde as observações das emergências são feitas na própria lavoura. No entanto, as sementes podem permanecer viáveis no solo por um longo período sem germinar devido à condições climáticas, mecanismos de dormência ou a profundidade de enterrio.

Com as informações obtidas a partir do levantamento de plantas daninhas e do banco de sementes no campo, é possível realizar a elaboração de índices de predição e de modelos de emergência, que permitirão a previsão da infestação nas culturas e a definição dos melhores métodos de controle.

2.3 GERMINAÇÃO DE SEMENTES

Na literatura, várias são as definições sobre germinação. Segundo os botânicos, a germinação é definida como a retomada do crescimento do embrião e o rompimento do tegumento pela radícula, enquanto para tecnologistas de sementes, a germinação compreende a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, originando uma plântula normal (MACHADO et al., 2002; KERBAUY, 2004).

O processo de germinação tem início com a absorção de água, que atua promovendo reidratação dos tecidos e a reativação das atividades da semente após a maturidade fisiológica, promovendo a síntese de enzimas, a intensificação da respiração, da multiplicação e do crescimento celular, a digestão enzimática das reservas, permitindo o desenvolvimento do embrião e a protusão da raiz primária (MARCOS-FILHO, 2015).

As plantas daninhas possuem grande habilidade em se adaptar ao ambiente e captar recursos para a sua sobrevivência, se destacando por sua elevada produção de diásporos, o seu potencial de disseminação e sua viabilidade no solo por longo período de tempo (MASIN et al., 2005). Os principais problemas ligados às plantas

daninhas ocorrem quando suas sementes germinam nos primeiros anos após sua dispersão. De acordo com Gustafson, Gibson e Nickrent, (2004) e Firbank e Watkinson (1985), plantas daninhas portadoras de elevada velocidade de emergência e de crescimento inicial possuem prioridade na utilização dos recursos do meio e, por isso, geralmente levam vantagem na utilização destes.

2.3.1 Fatores que influenciam na germinação

A sequência de eventos fisiológicos que ocorrem durante a germinação é influenciada por diversos fatores externos e internos à semente. Alguns fatores extrínsecos como a luz, a temperatura e o potencial hídrico da água são de grande importância para a germinação de sementes. Já a impermeabilidade do tegumento, imaturidade fisiológica e presença de substâncias inibidoras são exemplos de fatores internos da semente (BEYLEY, 1997; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Em condições de campo, as sementes não germinam quando determinados níveis de estresse térmico e hídrico são causados pelo clima e pelas condições de solo (BRADFORD, 1990).

A água é um dos fatores mais importantes, capaz de influenciar o processo germinativo pois está envolvida em todas as etapas da germinação de sementes. Durante o processo germinativo, a água atua como um agente estimulador e controlador, promovendo o amolecimento do tegumento e estimulando a atividade respiratória, favorecendo as trocas gasosas, síntese e consumo de ATP, síntese de proteínas e mRNAs e a síntese de enzimas e hormônios, resultando no aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva promovendo o crescimento do eixo embrionário (ALVARADO; BRADFORD, 2002; YAMASHITA; GUIMARÃES, 2010; MARCOS-FILHO; 2015). Nesse sentido, é necessário que haja um nível adequado de hidratação da semente para que ocorra a reativação dos processos metabólicos, resultando no crescimento do embrião.

O processo de germinação de sementes é caracterizada por padrão trifásico de absorção e hidratação de água (BEWLEY; BLACK, 1994). Na fase I, denominada embebição, ocorre rápida transferência de água do substrato para a semente gerada pela diferença entre os potenciais hídricos. A fase II, fase estacionária, é caracterizada por uma baixa absorção de água, pois nesse período as sementes não podem absorver mais água porque não podem mais se expandir. Durante essa fase, os

processos metabólicos requeridos para o crescimento do embrião e a conclusão do processo germinativo são ativados. A duração desta dependente do potencial de água no meio, da temperatura e presença ou não de dormência. Na fase III ocorre a retomada da absorção de água e a retomada do crescimento do embrião (CASTRO et al. 2004).

A ocorrência de déficit hídrico durante o processo de germinação limita o crescimento do embrião e desenvolvimento da plântula (ÁVILA et al., 2007). Segundo Hadas (1976), a redução da germinação das sementes submetidas ao estresse hídrico, se deve a menor difusibilidade da água através do tegumento, bem como ao prolongamento da fase estacionária devido a redução da atividade enzimática, ao menor desenvolvimento meristemático e emissão da raiz primária. Além disso, os baixos potenciais hídricos causam a redução da atividade respiratória das sementes durante a germinação causando inibição da germinação, pois é a partir desse processo que seriam formadas moléculas de ATP, necessárias ao desencadeamento dos processos germinativos (CID et al.,1981).

Outro fator ambiental que afeta a germinação é a temperatura, pois ela exerce grande influência na velocidade de absorção da água e nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo necessário para iniciar o processo germinativo, influenciando tanto na porcentagem, na uniformidade quanto na velocidade de germinação (MARCOS-FILHO; 2015).

As sementes têm capacidade de germinar sob ampla faixa de temperatura, entretanto, o tempo necessário para a germinação máxima ser alcançada varia com a temperatura (BEWLEY; BLACK, 1994). Cada espécie apresenta uma temperatura mínima (ou base), ótima e máxima para a germinação (OLIVEIRA; BARBOSA, 2014). A temperatura ótima é quando ocorre o maior número de sementes germinadas em menor tempo. Já a temperatura máxima é considerada acima da qual não há germinação, devido à desnaturação das enzimas. A temperatura mínima é aquela abaixo da qual não há germinação em tempo razoável, devido a falta de energia de ativação para o sistema enzimático (FLOSS, 2008; PAMPLONA, 2018).

A temperatura ótima para a germinação pode variar em função da condição fisiológica da semente. Sementes recém-colhidas de uma mesma espécie podem necessitar de temperatura ótima diferente da verificada para as sementes mais velhas, devido a qualidade fisiológica das sementes que acontece em razão do armazenamento (POPINIGIS, 1985; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Da mesma

maneira, podem existir diferenças entre as temperaturas mínima, ótima e máxima de germinação em uma mesma espécie devido ao local de origem em que ela se encontra (BARROS et al., 2017; OTTAVINI et al., 2019). Assim como pode haver respostas das sementes distintas às temperaturas devido ao efeito materno (Xu et al.,2021), uma vez que, devido a ampla variedade genética que as plantas daninhas possuem, elas são capazes de se adaptarem e sobreviverem a diversas condições ambientais.

As temperaturas ótimas para a germinação da maioria das espécies de clima tropical encontram-se entre 15 e 30 °C e a máxima varia entre 35 e 40 °C. Já espécies de clima temperado requerem temperaturas amenas para sua germinação (MACHADO et al., 2002). De maneira geral, a velocidade de germinação sofre redução em temperaturas abaixo da ótima, enquanto temperaturas acima da ótima aumentam a velocidade de germinação. Existem ainda espécies em que o processo germinativo é favorecido por alternância diária de temperatura, sendo que esta característica pode estar associada á dormência das sementes, embora a alternância de temperatura possa acelerar a germinação de sementes não dormentes (KISSMANN et al., 2008).

Outro estímulo necessário para promover a superação da dormência é a presença ou a ausência de luz. (BEWLEY; BLACK, 1994). As espécies vegetais podem ser classificadas como fotoblásticas positivas (necessidade de luz para iniciar as reações da germinação), fotoblásticas negativas (não apresentam exigência de estímulo luminoso) e indiferentes (não apresentam sensibilidade a luz). As espécies *Coniza canadensis* (buva), *Bidens subalternans* (picão preto), *Leonorus subiricus* (rubim), *Solanum americanum* (maria pretinha) são exemplos de espécies fotoblásticas positivas (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2011; PAMPLONA et al., 2020 ALMEIDA et al., 2011; LADEIRA, 1997), já *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e *Sida rhombifolia* (guaxuma) são um exemplo de espécie classificadas como fotoblásticas indiferentes (MONDO et al., 2010; ROSA; FERREIRA, 2001).

A temperatura, a disponibilidade de água e a luz tem sido o foco de muitos estudos na área de biologia de plantas daninhas com a finalidade de compreender as condições térmicas adequadas para a germinação de sementes.

2.4 PREDIÇÃO DE EMERGÊNCIA

O desenvolvimento de modelos que descrevem a dinâmica de emergência de plantas daninhas e a duração do período de emergência são úteis para a tomada de decisão em relação ao melhor momento de controle de plantas daninhas em pós emergência assim como o melhor manejo a ser realizado (MASIN et al., 2005). A predição de emergência de plantas daninhas também pode ajudar a detectar plantas emergentes muito precoces ou tardias, que acabam competindo com a cultura ou escapando do controle (GRUNDY, 2003). Nesse sentido, o desenvolvimento da predição de modelos que descrevem a emergência de plantas daninhas são úteis para planejar um manejo mais eficiente.

Ao longo do tempo, várias abordagens foram realizadas na tentativa de prever a emergência de plantas daninhas. Alguns modelos de simulação de emergência tentaram descrever o processo de emergência com apenas um único fator, chamados de modelos empíricos, enquanto o modelo mecacianista levam em conta a perda de dormência da semente, a germinação e a pré emergência. O uso das condições ambientais (temperatura e umidade) são comuns na maioria dos modelos (GRUNDY, 2003; WERLE et al., 2014a).

Os modelos empíricos utilizados para prever a emergência das plantas daninhas são baseados nos efeitos da temperatura e no potencial hídrico do solo. Para tanto, são utilizados alguns índices derivados do microclima do solo, como o tempo térmico (TT) ou o tempo hidrotérmico (TH) (FORCELLA et al., 2000; CHAUHAN; GILL; PRESTON, 2006a; DORADO et al., 2009). Esses modelos assumem que as taxas de emergência são proporcionais á quantidade pela qual a temperatura do solo e o potencial hídrico excedem sob um determinado valor limite (temperatura base e potencial hídrico base do solo) para tais fatores ambientais (BRADFORD, 2002).

O uso dos modelos de emergência baseado no tempo térmico se tornou bem-sucedido com a constatação de que a emergência pode ser representada por uma simples curva cumulativa sigmoidal (Gompertz, Weibull, logística, etc.), nas quais o TT serve como variável independente (FORCELLA et al., 2000). No entanto, esse modelo fornece representações para padrões de emergência regulares típicos de ambientes temperados, onde as precipitações não são restritas sazonalmente. Para os padrões de emergência mais complexos, como os observados em regiões ambientais com grandes variações ambientais, são adotados modelos TH por considerarem o potencial de água do solo (LEGUIZAMÓN et al., 2005a).

Os modelos de predição mecanicistas adotam variáveis fisiológicas como dormência, germinação e crescimento, bem como os efeitos ambientais sobre esses processos e a influência das práticas de manejo adotadas. Porém, apesar desses modelos permitirem a maior compreensão sobre a emergência de plantas daninhas, a modelagem realizada se torna mais complexa (FORCELA; 2000; GRUNDY et al., 2003), pois esses modelos necessitam de grandes conjuntos complexos de entrada de dados que nem sempre são completas e confiáveis. Por outro lado, os modelos empíricos oferecem maior simplicidade e flexibilidade para a tomada de decisão quanto ao controle de plantas daninhas, apesar de não levarem em conta as práticas de cultivo adotadas (COLBACH et al., 2005; COLBACH et al., 2006; ZANDONÁ; AGOSTINETTO; RUCHEL, 2018).

Ao longo dos anos, vários modelos foram criados para simular a emergência de diversas espécies de plantas daninhas (STEINMAUS; PRATHER; HOLT, 2000; MASIN et al., 2005; MYERS et al., 2004; GUILLEMIN et al., 2012; ZAMBRANO-NAVEA; BASTIDA; GONZALEZ-ANDUJAR; 2013; WERLE et al., 2014b; PISKACKOVA et al., 2021); assim como modelos que simulam a emergência de plantas daninhas nas culturas como a soja (MASIN et al., 2014, ZANDONÁ et al., 2019), milho (DORADO et al., 2009; MASIN et al., 2012) e cereais de inverno (ROYO-ESNAL et al., 2010; GARCÍA et al., 2013; IZQUIERDO et al., 2013). Entretanto, a maioria dos modelos estão relacionados a locais de condição de climas temperados. Nesse sentido, são necessários mais estudos para a adaptação desses modelos em condições subtropicais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no Centro Vocacional Tecnológico de Agroecologia, Mandioca e Agricultura Sustentável do Oeste do Paraná (CVT), pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal Cândido Rondon – PR, no ano agrícola de 2020 e 2021, coordenadas geográficas 24°40'54" S e 54°17'3" O (Figura 1), altitude média de 251 metros.

Segundo a classificação de Köppen, o local é marcado por chuvas bem distribuídas durante todo o ano, a temperatura média varia entre 22 e 23 ºC e umidade relativa de 70% a 75%. O clima local é subtropical úmido (Cfa) com precipitação pluvial que varia entre 1600 e 1800 mm (WREGE et al., 2012). O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférrico, de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018).

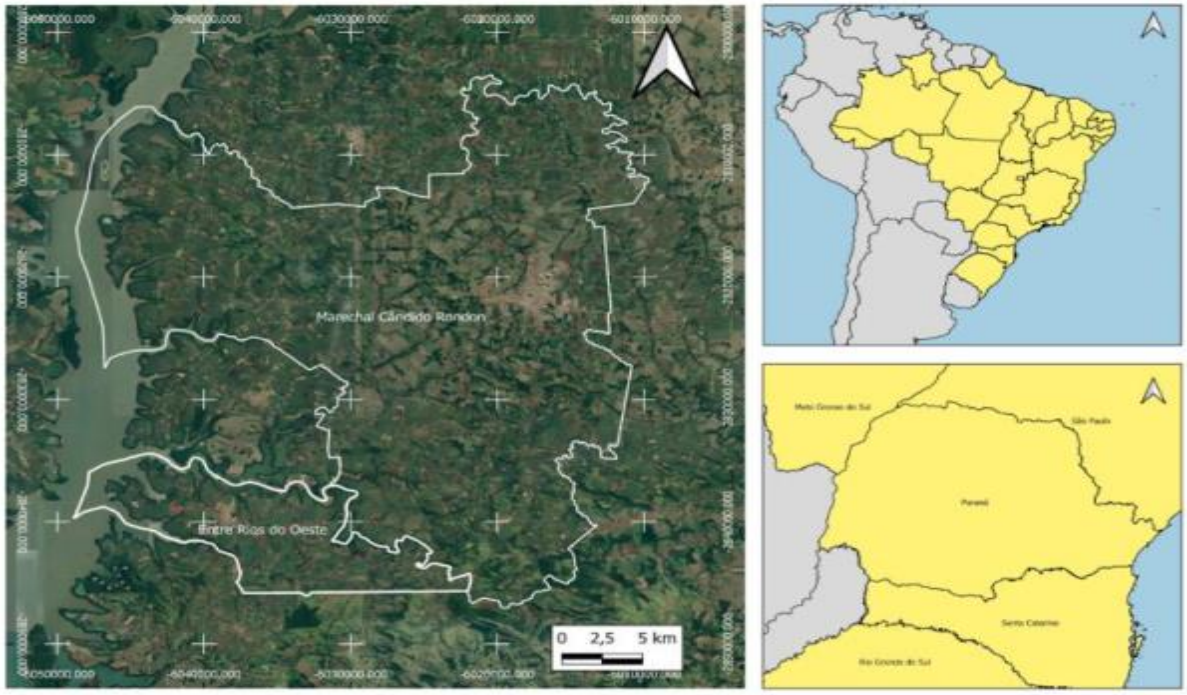

Figura 1. Localização da área experimental no município de Entre Rios do Oeste/PR.

Os valores diários referentes à precipitação, a temperatura (mínima, média e máxima) do ar, a temperatura média do solo e a umidade volumétrica do solo durante o período de condução do experimento são apresentados nas Figuras 2, 3 e 4.

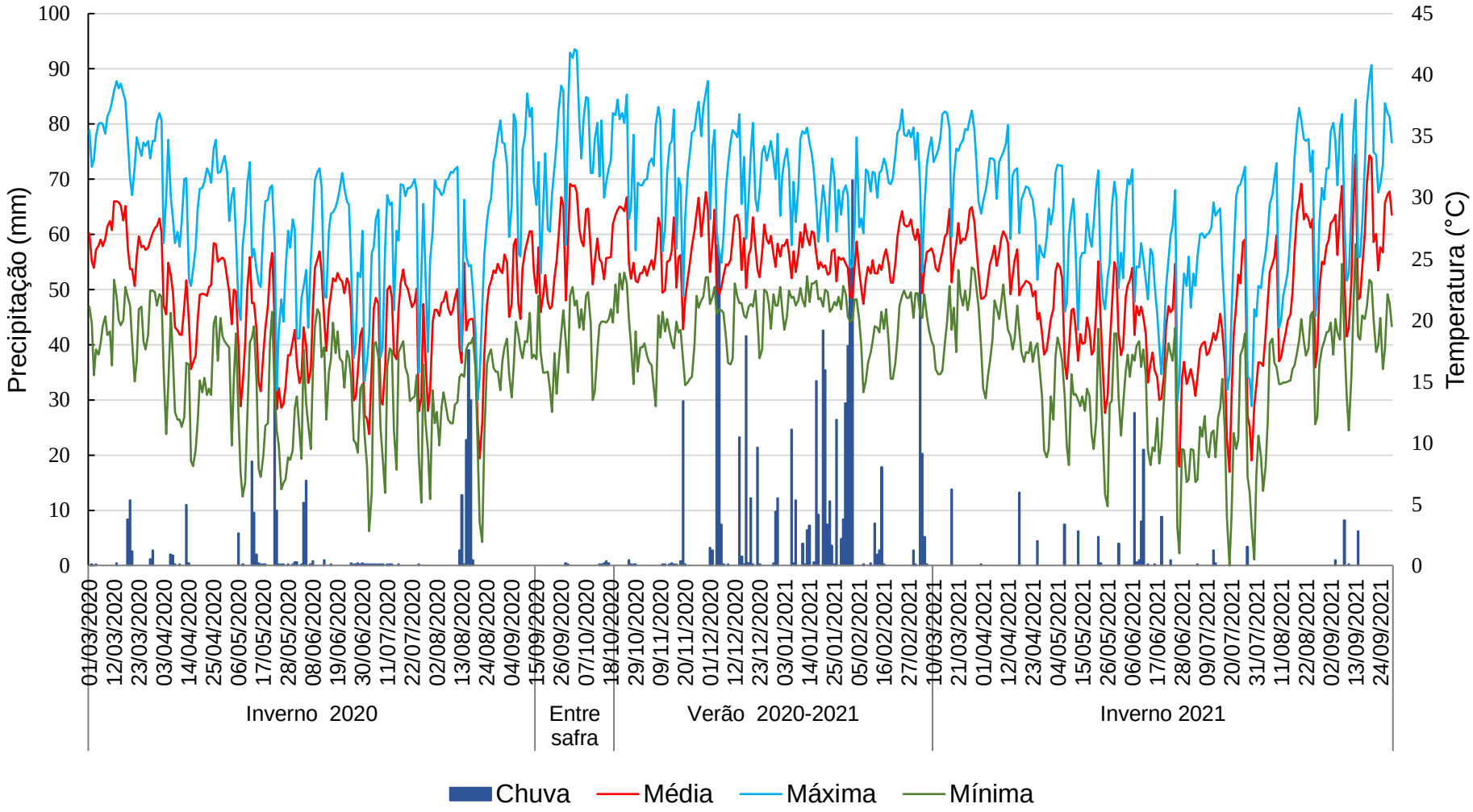

Figura 2. Precipitação média diária (mm), temperatura Mínima, Média e Máxima (°C) diária do ar na área experimental durante a realização do experimento nos anos de 2020 e 2021. Entre Rios do Oeste, Pr.

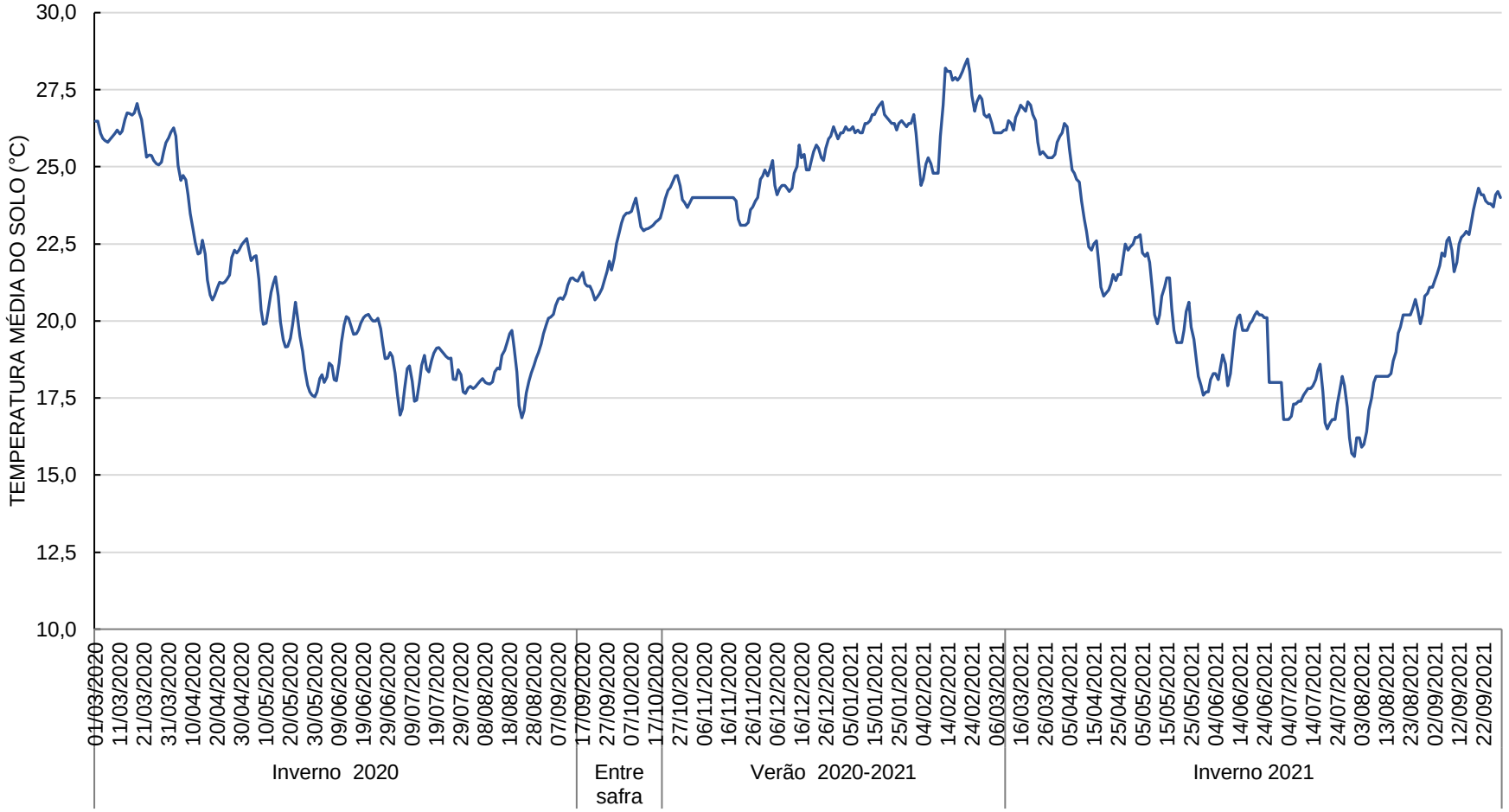

Figura 3.Temperatura média diária do solo na área experimental durante a realização do experimento nos anos de 2020 e 2021, em Entre Rios do Oeste.

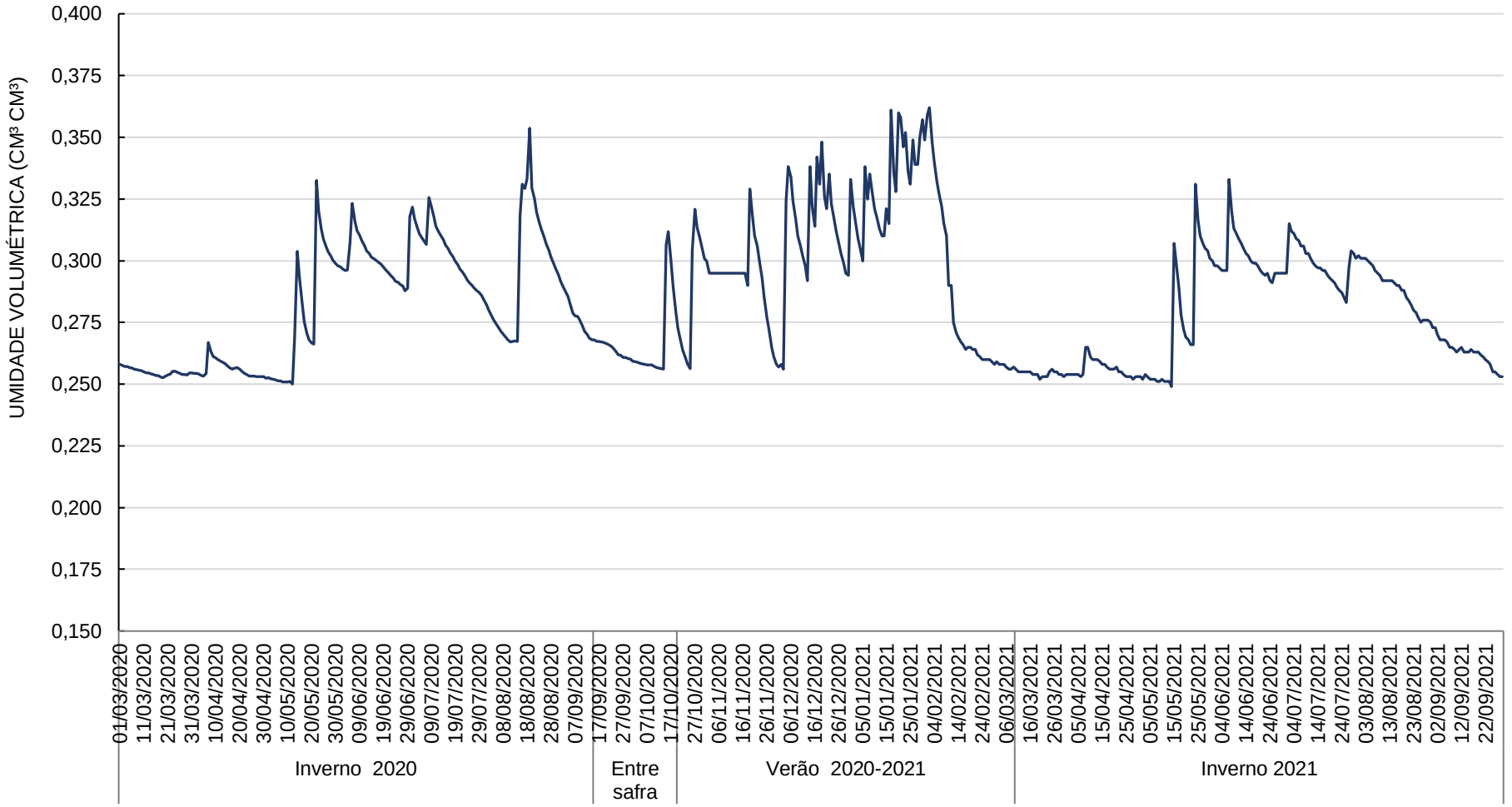

Figura 4. Umidade volumétrica do solo (cm³ cm³) diário observados na área experimental durante a realização do experimento nos anos de 2020 e 2021, em Entre Rios do Oeste.

Foram avaliados cinco talhões pertencentes aos manejos agroecológicos, sendo eles o sistema de manejo A (Primavesi), B (Khatounian), C (Costabeber), E (Hahnemann), E (Wohlleben) e uma área com o sistema de manejo Convencional (F).

Durante o período do levantamento fitossociológico, algumas mudanças quanto os talhões amostrados foram feitas. A primeira mudança foi no talhão referente ao sistema de manejo F (Convencional), onde a área que foi acompanhada durante o período da safrinha/20 se tornou uma área experimental com diferentes culturas e manejos. Assim, a partir da semeadura da soja durante o verão20/21, outro talhão passou a ser amostrado (Figura 5). A segunda mudança ocorreu após a safra de verão 2020/2021 no sistema A (Primavesi), que passou por uma nova adequação, diminuindo sua extensão (Figura 6).

Figura 5. Estação experimental do Centro Vocacional Tecnológico de Agroecologia, Mandioca e Agricultura Sustentável do Oeste do Paraná (CVT) da Unioeste, referente ao levantamento durante o período do inverno/20 e verão20/21.

Figura 6. Estação experimental do Centro Vocacional Tecnológico de Agroecologia, Mandioca e Agricultura Sustentável do Oeste do Paraná (CVT) da Unioeste, referente ao levantamento durante o período do inverno/21.

3.2 HISTÓRICO DOS SISTEMAS DE MANEJOS AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAL

O primeiro talhão a entrar em conversão para o manejo agroecológico foi o sistema A (Primavesi) em 2010. Após esse período, outros talhões foram convertidas para o manejo agroecológico com o passar dos anos, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Ano do início de conversão dos talões de manejos agroecológicos do CVT.

Ano de conversão	**Talhões**	**Área (ha^{-1})**
2010	A (Primavesi)	1,40
2012	B (Khatounian)	1,37
2013	C (Costabeber)	1,42
2014	D (Hahnemann)	1,55
2015	E (Wohlleben)	1,42

Figura 7. Primeira divisão das áreas de manejo Agroecológico em Entre Rios do Oeste/PR.

Para as áreas agroecológicas, foram escolhidos nomes que homenageassem pessoas com relevante contribuição para o desenvolvimento da agricultura de base ecológica (Primavesi, Khatounian, Costabeber, Hahnemann), e alemães que colonizaram as terras (Wohlleben). Durante o decorrer dos anos, várias culturas foram cultivadas nas áreas, de acordo com as condições climáticas e a disponibilidade de recursos, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Detalhamento das rotações de culturas nos sistemas de manejos agroecológicos e convencional no período de 2016 a 2021. Entre Rios do Oeste-PR.

Ano	Época	Talhões					
		A	B	C	D	E	F
2016	Inverno	Aveia preta + Ervilhaca	Aveia preta + Nabo Forrageiro	Trigo	Tremoço/Nabo forrageiro	Aveia branca	Milho
2016/2017	Verão	Soja	Lab-lab	Quinoa e Chia	Feijão/Lab-lab	Milho	Soja
2017	Inverno	Trigo mourisco, Aveia preta + Nabo forrageiro	Trigo	Centeio/Aveia branca	Lab-lab/Aveia preta	Triticale/Aveia	Milho
2017/2018	Verão	Milho	Feijão, Milho + Guandu forrageiro	Soja	Feijão/Mandioca /Crotalária	Soja/Mucuna cinza	Soja
2018	Inverno	Aveia preta + Nabo forrageiro, Aveia branca + Nabo	Aveia branca	Aveia branca + Nabo	Guandu, Feijão	Trigo	Milho
2018/2019	Verão	Lab-lab + Guandu	Soja	Milho	Feijão	Soja	Soja
2019	Janela	Lab-lab e Guandu	Crotalária espectabilis	Crotalária ochroleuca	Trigo mourisco	Guandu anão	Milho

Continua

Continua

Reorganização das Áreas							
2019	Inverno	Lab-lab e Guandu	Aveia preta	Aveia preta + Nabo forrageiro	Mandioca/Aveia preta + Nabo forrageiro	Aveia preta + Nabo forrageiro	Milho
2019/2020	Verão	Lab-lab	Lab-lab	Lab-lab	Mandioca/milheto	Milheto	Soja
2020	Inverno	Trigo	Aveia branca	Mix RX 520[1]	Mix RX 110[2]	Aveia preta + Nabo	Milho
2020/2021	Verão	Feijão	Soja	Milho	Soja	Pousio	Soja
2021	Janela	Milho	Milho safrinha	Nada	Lab-lab	Lab-lab/Milheto	Milho
2021	Inverno	Aveia preta	Milho safrinha	Trigo	Mix Aduverd 1005[3]	Mix Aduverd 1005[3]	Milho

Talhões: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão Convencional (F). [1]Mix: Aveia, Centeio, Ervilha e Nabo, [2]Mix: Aveia, Centeio e Nabo e [3]Mix: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira

Após a conversão do último talhão, que ocorreu em 2019, houve a reorganização dos talhões e de estratégia de rotação de cultura.

Entre os anos de 2019 e 2021, o sistema de rotação de culturas consistia para os sistemas B, C e D, em cultivar durante o período do verão, 2/3 da área com soja e 1/3 da área com milho e, no período do inverno, 1/3 da área com milho safrinha, 1/3 trigo e 1/3 com adubação verde. Após o período do verão de 2021, uma nova readequação foi feita para os cinco talhões de manejo agroecológico, sendo que em cada talhão foi projetado um sistema de rotação de cultura diferente para as seis safras seguintes.

O sistema A (Primavesi) consiste no cultivo, durante o período de verão em uma safra com a semeadura da soja, uma safra de milho e safra com o cultivo de cobertura vegetal. Já durante o período do inverno, foi cultivado nessa área uma safra de milho, 1 safra de trigo e uma safra com cobertura vegetal.

O Sistema B (Khatounian) consiste na sucessão de culturas de soja durante o período de verão e milho safrinha durante o período do inverno. Esse sistema simula o cultivo realizado no sistema F (Convencional). O sistema C (Costabeber) consiste em, durante o período do verão, o cultivo de duas safras com a cultura da soja e uma safra com a cultura do milho. Já durante o período de inverno, foram cultivados nesse talhão uma safra de cobertura vegetal de inverno, uma safra de milho e uma safra de trigo.

O sistema D (Hahnemann), consiste no cultivo de duas safras com a presença de cobertura vegetal, semeadas durante o período do inverno e uma safra de milho. Durante o período do verão, uma safra foi cultivada com soja, uma safra milho e uma safra feijão.

O sistema E (Wohlleben) consiste, durante o período do verão, no cultivo das culturas da Soja, Milho e Feijão e, no inverno o cultivo de milho, trigo, aveia branca. Entre o período das culturas de verão e inverno serão cultivados plantas de cobertura nesse sistema.

3.3 FERTILIDADE DO SOLO E ADUBAÇÃO

O sistema de cultivo adotado para todas as áreas foi o sistema de plantio direto. Para a determinação das características químicas nas áreas pertencentes aos

manejos agroecológicos e convencional, foram coletadas amostras na profundidade de 0,0-0,20 m. Os resultados obtidos serão apresentados na Tabela 3 e 4.

Tabela 3. Resultado médios da análise química dos manejos agroecológicos A, B, C, D e E das áreas do CVT em Entre Rios do Oeste/PR, nas profundidades de 0,00-0,20 m.

M.O.	**pH $CaCl_2$**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**H+Al**	**Al**
g dm^{-3}		mg dm^{-3}			$cmol_c$ dm^{-3}		
26,36	5,40	97,29	0,79	6,09	2,27	3,078	0
SB	**CTC**	**V%**	**Mn**	**Cu**	**Zn**		
			mg dcm^{-3}				
9,15	12,22	74	87,12	10,46	4,80		

Extrator Mehlich: P, K, Mn, Cu e Zn; extrator KCl: Ca,Mg e Al; extrator dicromato de sódio: MO.

Tabela 4. Resultado médios da análise química do sistema de manejo Convencional em Entre Rios do Oeste-PR, nas profundidades de 0,00-0,20 m.

M.O.	**pH $CaCl_2$**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**H+Al**	**Al**
g dm^{-3}		mg dm^{-3}			$cmol_c$ dm^{-3}		
32,81	4,89	18,88	1,21	3,64	1,66	4,81	0
SB	**CTC**	**V %**	**Mn**	**Cu**	**Zn**		
			mg dcm^{-3}				
6,54	12,06	64,66					

Extrator Mehlich: P, K, Micronutrientes, extrator KCl: Ca, Mg e Al;

No mês de setembro, logo após a colheita das culturas de inverno e o manejo das plantas de cobertura, foram aplicadas, á lanço, 8 t ha^{-1} de cama de frango nos talhões A (Primavesi), C (Costabeber) e D (Hahnemann).

3.4 MANEJOS ADOTADOS

3.4.1 Inverno 2020

Nos dias 16, 17, 18 e 20/05/2020 foram realizadas a semeadura das culturas de inverno, conforme descrito na Tabela 5.

O espaçamento adotado para o trigo, a aveia e o mix de plantas de cobertura foram de 17 cm entre linhas. Para a cultura do milho, o espaçamento adotado foi de 50 cm entre linhas.

Tabela 5. Detalhamento das culturas implantadas em cada talhão no Inverno 2020.

Talhão	Data de semeadura	Cultura	Cultivar	Recomendação
A	16/05/2020	Trigo	CD 15O	165,375 Kg ha^{-1}
	16/05/2020		BRS SANHACO	178,313 Kg ha^{-1}
	16/05/2020		TBIO TORUK	194,738 Kg ha^{-1}
	16/05/2020		TBIO AUDAZ	168,188 Kg ha^{-1}
B	17/05/2020	Aveia	Afrodite	124,688 Kg ha^{-1}
	17/05/2020		Artemis	147,875 Kg ha^{-1}
	16/05/2020		URS BRAVA	92,4 Kg ha^{-1}
	17/05/2020		URS CORONA	155,67 Kg ha^{-1}
C	18/05/2020	Mix 520	Ervilha IAPAR 831-IPR 63 Aveia IPR-IPR Esmeralda Centeio BRS-BRS Serrano Nabo - Japoridis	65 Kg ha^{-1}
E	20/05/2020	Aveia preta + Nabo forrageiro	Aveia preta -Embrapa 139 Nabo forrageiro IPR 116	90,7 Kg ha^{-1}
D	29/05/2020	Mix 110	Aveia branca - URS Taura Centeio - BRS Progresso Nabo forrageiro - IPR 116	65 Kg ha^{-1}
F	12/03/2020 14/03/2020	Milho safrinha	Pioneer 4285VYHR	4 plantas por metro

Talhões: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).

Nos sistemas de cultivo A, B, C, e E, antes da semeadura das culturas (trigo, aveia e Mix), para o controle de plantas daninhas foi realizado o manejo com o rolo faca. No sistema D, foi realizado o preparo do solo antes da semeadura do mix de plantas das coberturas (Mix RX 520), com a passagem do triton e da grade para a destruição dos restos culturais de mandioca e touceiras de *Panicum. maximum* e

Digitaria. insularis. Na borda do talhão, que foi cultivada com milheto, foi realizado somente a passagem do rolo faca.

Os tratos culturais realizados durante o período do inverno pertencentes ao manejo agroecológico foram: três aplicações (18, 30 de julho e 07 se agosto de 2020) de Oxicloreto de Cobre na cultura da aveia branca para o controle de ferrugem causada pelo fungo *Puccinia coronata f.*, na dose de 90 ml ha^{-1}. Para o milho safrinha, que foi cultivado no sistema F, foi realizada a aplicação, no dia 11 de maio de 2020, do inseticida Galil (300 ml ha^{-1}).

Quanto ao manejo de plantas daninhas, nos talhões de manejos agroecológicos foram realizadas capinas manuais para a retirada de moitas de *P. maximum*. No talhão referente ao sistema F, o controle de plantas daninhas consistiu em uma aplicação em pós-emergência, no dia 11 de maio de 2020, do herbicida glifosato (3,300 L ha^{-1}, Zapp QI 620), em mistura com a atrazina, (4 L ha^{-1}).

No sistema F, a colheita do milho safrinha foi realizada no dia 27 de agosto de 2020. Nos manejos agroecológicos, a colheita de aveia branca e do trigo foram realizadas no dia 14 de setembro de 2020. Já o manejo das plantas de cobertura com o rolo faca foram realizados nos dias 1 de setembro/20 nos sistemas C e E e 14 de setembro no sistema D.

3.4.2 Verão 2020/2021

Nos dias 17, 18, 19 e 20 de outubro de 2020 foram realizadas mecanicamente a semeadura das culturas da safra de verão, conforme descrito na Tabela 6.

Previamente as sementes de soja e feijão nos sistemas agroecológicos foram tratadas com microrganismos (*Bradyrizobium*) e com *bacillus thuringiensis*, enquanto as sementes de milho foram tratadas com *Azozpirillum* e BiomaPhos. O espaçamento entre linhas adotado foi de 0,5 m para todas as cultivares. Aplicou-se 437 kg ha^{-1} do adubo yoorin no sulco de semeadura.

Os tratos culturais realizados durante o período nas áreas de manejo agroecológico, para a cultura da soja foram: a aplicação, no dia 23 de dezembro de 2020, de Bacillus *thunigiensis* (500 g ha^{-1}) para o manejo de *Anticarcia. gemmatalis* e *Chrysodeixis. includens* no sistema D. No dia 19 de janeiro de 2021, para o controle para o controle da lagarta *Spodoptera cosmioides*, foi realizada a aplicação de Tracer (50 ml ha^{-1}) nos sistemas B e E.

Para o controle do percevejo marrom, foram instaladas no talhão referente ao sistema B, armadilhas iscas em garrafas pet de 2 L com aberturas no terço médio do recipiente, contendo solução de urina bovina + sal de cozinha (cloreto de sódio), nas proporções de 3 L de urina e 500 g de sal, dissolvidos em 7 L de água (EMBRAPA, 2014). A solução era adicionada a garrafa a um nível máximo de 2 cm abaixo das aberturas. No total foram instaladas 25 armadilhas no talhão B. Para o manejo de doenças foi aplicado oxicloreto de cobre (750 ml ha^{-1}) nos talhões B e C.

Na cultura do feijão, para o manejo das lagartas *S. cosmioides* e o ácaro *Polyphagotarsunemus latus* foi realizada no dia 07 de janeiro de 2021, uma aplicação de Tracer (50 ml ha^{-1}) e calda Sufocálcica (1%). O manejo da cultura do milho consistiu, para o controle lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), em uma aplicação de Xentari (500g ha^{-1}) e três aplicações de Tracer (50 ml ha^{-1}), para o controle lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*),durante o início do mês de novembro de 2021.

No manejo F (Convencional), para o controle de percevejo na cultura da soja, foi realizada a aplicação, no dia 30 de outubro de 2020, do inseticida Engeo Pleno (0,200 L ha^{-1}) com a adição do óleo mineral Agefix, (130 ml ha^{-1}). No dia quatro de janeiro e seis de fevereiro, foram realizadas mais aplicações de inseticidas para o controle de percevejos, sendo utilizado o produto comercial Connect (1 L ha^{-1}) juntamente com o óleo mineral Wecit, (0,15 L ha^{-1}).

O manejo para a prevenção da ferrugem asiática e outras doenças fúngicas consistiu em uma aplicação, no dia quatro de janeiro de 2021, do fungicida Fox (10 L ha^{-1}) e uma aplicação, no dia seis de fevereiro, do fungicida Cypress (0,5 L ha^{-1}) com a adição do óleo mineral Wetcid.

Nas áreas agroecológicas, o manejo de plantas daninhas foi realizado através de capinas mecanizadas, realizada no dia cinco e seis de novembro de 2020 quando a soja e o feijão estavam no estádio V2 e o milho estava no estádio V3, e no dia 26 de novembro de 2020 no talhão D. Antes da cultura da soja e do feijão fecharem as entre linhas, foi realizada a capina manual dos talhões visando o controle das plantas que sobraram nas linhas da cultura e das plantas que emergiram após a capina mecânica. No milho também foram realizadas capinas para a retiradas de touceiras do capim *P. maximum*. No pousio, foi realizado o manejo das plantas daninhas com o rolo faca no mês de fevereiro de 2021. No talhão F (Convencional), para o controle

de plantas daninhas foi realizado uma aplicação de glifosato (3,300 L ha^{-1}, Zapp QI 620) em mistura com o herbicida Cartago (0,45 L ha^{-1}).

A colheita do feijão foi realizada de forma manual, nos dias 27 e 28 de janeiro de 2021 para as cultivares precoces, e quatro á nove de fevereiro de 2021 para as demais cultivares. Após a colheita, foi realizado a gradagem na área no dia 18 de fevereiro/21.

Tabela 6. Detalhamento das culturas implantadas em cada talhão no verão 2020/2021.

Talhão	Data de semeadura	Cultura	Cultivar	Recomendação
A	17/10/2021	Feijão	BRS 402 Tangará Andorinha ANFC 9 Sabiá Curiá Guebana Campos Gerais Corujinha Tuiuiu Urutau Gralha	15 a 30 sementes por metro linear
B	18/10/2021	Soja	BRS 391 BRS 511 BRS 284 BRS 525 BR 16 6013 BRS 539 DF 2353 GE-02	18 a 30 sementes por metro linear
C	19/10/2021	Milho	IPR 164 Sella IPR KWS 9640 KWS 9080 AGRI 340	4 sementes por metro linear
D	18/10/2020	Soja	BRS 525 DF 2353	18 a 30 sementes por metro linear
F	25/10/2020	Soja	Monsoy 5947 IPRO INTACTA	10 á 15 sementes por metro linear

Talhões: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).

A colheita da soja foi realizada no dia 22 de fevereiro de 2021 para as cultivares mais precoces, que estavam semeadas no talhão D (Hahnemann) e em parte do talhão B (Khatounian). O restante da soja foi colhida no dia nove de março

de 2021. O milho e a soja na área de manejo convencional foram colhidos no dia 10 de março de 2021.

3.4.3: Inverno 2021

O período da safrinha de inverno de 2021 se deu logo após a colheita da soja e o plantio do milho safrinha, milheto e lab-Lab, que aconteceram nos dias oito e nove de março, conforme descrito na Tabela 7

O espaçamento adotado para o trigo e o mix de plantas de cobertura foram de 17 cm entre linhas. Para a cultura do milho, milheto e o lab-Lab, o espaçamento adotado foi de 50 cm entre linhas. As sementes de trigo foram tratadas com *Azozpirillum.* No talhão D e em parte do talhão E foi semeado o Lab-lab em março para a formação de cobertura do solo. No entanto, em virtude da estiagem, houve baixo desenvolvimento da cultura. Dessa forma, em junho foi realizada a semeadura do Mix Aduverd 1005, sem manejo prévio da área, sobre o lab-lab. A aveia preta também foi semeada a lanço sobre o milho safrinha no sistema A.

Os tratos culturais realizados durante o período na safrinha de inverno, para a cultura do milho no sistema agroecológico foram: Três aplicações, nos dias nos dias 26, 29 de março e 1 de abril de 2021, de baculovirus *Spodoptera frugiperda* (60 g ha^{-1}) para o controle da lagarta do cartucho em mistura com a *Bauveria bassiana* (50 g ha^{-1}) para o controle da cigarrinha do milho. Também foi realizada uma aplicação de Tracer (100 ml ha^{-1}) para o controle lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

Para a cultura do trigo, foi realizado aplicação do fungicida biológico Bombardeiro (produto a base de *Bacilus subtilis*, *Bacillus velezensis* e *Bacillus pumilus*) para o manejo de doenças, utilizando a dosagem de 300 ml ha^{-1}.

No manejo F (Convencional), para o controle de percevejo na cultura do milho, foi realizada a aplicação, no dia 25 de março de 2021, do inseticida Engeo Pleno (0,300 ml ha^{-1}) com a adição do óleo mineral Agefix, (130 ml ha^{-1}) e, no dia seis de abril de 2021, uma aplicação do inseticida Expedition (0,300 ml ha^{-1}) juntamente com o óleo mineral Wecit, (130 ml ha^{-1}).

Nos manejos agroecológicos, o controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas mecanizadas no dia 06 de abril de 2021, nos talhões B, D e E,

quando o milho estava no estádio fenológico V4, o Lab-lab no estádio V8 e o milheto no estádio 4.

Tabela 7. Detalhamento das culturas implantadas em cada talhão no inverno 2021.

Talhão	Data de semeadura	Cultura	Cultivar	Recomendação
A	09/03/2021	Milho	K 9460	4 sementes por metro linear
	14/06/2021	Aveia preta		50 Kg ha $^{-1}$
B	08/03/2021	Milho	Agri 340	4 sementes por metro linear
	08/03/2021		R 9080	
	09/03/2021		K 9460	
C	05/06/2021	Trigo	TBIO Audaz	137 a 153 Kg ha $^{-1}$
	05/06/2021		ORS 1403	
	05/06/2021		BRS Belajoia	
	05/06/2021		UTF 18	
	05/06/2021		ORS Madrepérola	
	05/06/2021		Tbio Toruk	
D	08/03/2021	Lab-Lab		55 Kg ha $^{-1}$
	14/06/2021	Mix Aduverd 1005	Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira	75 Kg ha $^{-1}$
E	08/03/2021	Lab-Lab		55 Kg ha $^{-1}$
	08/03/2021	Milheto		27 Kg ha $^{-1}$
	06/06/2021	Mix Aduverd 1005		75 Kg ha $^{-1}$
F	16/03/2021	Milho safrinha	Pioneer 4285VYHR	4 sementes por metro linear

Talhões: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).

No talhão C (Costabeber), logo após a colheita do milho de verão e antes da semeadura do trigo, foi realizado o manejo com o rolo faca para o controle das plantas espontâneas. Durante esse período, também foram realizadas capinas periódicas nas cabeceiras das áreas e de touceiras de *Panicum maximum*.

Para o manejo de plantas daninhas no talhão F (Convencional), foi realizado uma aplicação em pós-emergência, no dia 11 de maio de 2021 do herbicida glifosato (3,300 L ha^{-1}, Zapp QI 620) em mistura com a atrazina, (4 L ha^{-1})

A colheita do milho nos talhões de manejo agroecológico foi realizada no dia nove de agosto de 2021. Após esse período, a talhão B permaneceu em pousio até o momento do plantio. A colheita do milho no manejo convencional foi realizada no dia 18 de setembro de 2021.

A colheita do trigo foi realizada no dia 24 de setembro de 2021 de forma mecanizada. Já o manejo das plantas de cobertura com o rolo faca foram realizados nos dias 10 e 13 de setembro de 2021. Devido ao atraso no manejo de rolo faca e chuvas, não foi realizada o manejo do rolo faca nem a colheita na área Primavesi.

3.5 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA

A emergência de plantas daninhas foi monitorada quinzenalmente, em amostragens fixas de 0,5 x 0,5 m. Cada talhão contou com 10 pontos amostrais com a presença da cultura e 10 pontos amostrais onde foram arrancados a cultura. As plantas daninhas em cada quadrado foram identificadas quando apresentaram o primeiro par de folhas verdadeiras, segundo a família e espécie, contadas e removidas. Todos os experimentos foram realizados com infestações naturais.

Com os dados obtidos foram determinados a Frequência (Fr), Abundância (Ab), Densidade (De), o Índice de valor de importância (IVI) e o Índice de Similaridade de Sorensen (IS). Para a definição destes parâmetros foram utilizadas as fórmulas propostas por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e Sorensen, (1972).

3.5.1 Frequência

A frequência determina a intensidade que uma espécie de planta espontâneas ocorre em um determinado local, indicando o número de pontos (quadro amostral) que uma espécie ocorreu em relação ao número total de pontos amostrados em determinada área. Através desse índice é possível avaliar quais espécies ocorrem em maior frequência em uma comunidade. A frequência pode ser absoluta ou relativa.

A frequência absoluta (Fra) pode ser definida como a probabilidade de se encontrar uma espécie em uma determinada área amostrada. O valor estimado indica

o número de vezes que cada espécie ocorreu num dado número de amostras, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Frequência (Fra)} = \frac{\text{N° de pontos que contém a espécie}}{\text{N° total de pontos utilizados}}$$

A frequência relativa (Frr) representa, em porcentagem, a frequência de uma espécie em relação à soma das frequências de todas as espécies que constituem uma comunidade, nos indicando a participação, em termos de frequência de ocorrência, de uma espécie na comunidade de plantas infestantes. Esse índice pode ser determinada por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Frequência relativa (Frr)} = \frac{\text{Frequência de uma determinada espécie}}{\text{Frequência total de todas as espécies}} \; x\,100$$

3.5.2 Densidade

A densidade refere-se ao número de indivíduos de uma determinada espécie por unidade de área. A densidade pode ser absoluta ou relativa.

A densidade absoluta (Dea) pode ser definida como o número de indivíduos de uma determinada espécie presente em uma área, sendo expresso em m² ou outra unidade de área, e pode ser determinada através da seguinte fórmula:

$$\text{Densidade (Dea)} = \frac{\text{N° de indivíduos de uma determinada espécie}}{\text{N° total de indivíduos}}$$

A densidade relativa (Der) aponta a proporção entre o número de indivíduos de uma determinada espécie e o número total de indivíduos amostrados em uma área, e pode ser determinada através da seguinte fórmula:

$$\text{Densidade relativa (Der)} = \frac{\text{Densidade de uma determinada espécie}}{\text{Densidade total de todas as espécies}} \; x\,100$$

3.5.3 Abundância

Corresponde ao número de indivíduos por espécie amostrados na comunidade. A abundância pode ser absoluta ou relativa. A abundância absoluta (Aba) nos informa sobre as espécies que ocorrem concentradas em determinados pontos, podendo ser determinada através da seguinte fórmula:

$$\text{Abundância (Aba)} = \frac{\text{N° de indivíduos por espécie}}{\text{N° de pontos contendo a espécie}}$$

A abundância relativa (Abr) pode ser definida como o parâmetro atribuído ao número de indivíduos de uma determinada espécie existente numa dada área e num dado período.

$$\text{Abundância (Abr)} = \frac{\text{Abundância da espécie}}{\text{Abundância total de todas as espécies}} \; x\,100$$

A abundância desconsidera o espaço ocupado pelo indivíduo na comunidade, o que a difere da densidade.

3.5.4 Índice de Valor de Importância

O Índice de Valor de Importância (IVI) corresponde ao somatório dos valores da Densidade relativa (Der), Frequência relativa (Frr) e Abundância relativa (Abr) de cada espécie em uma área ou manejo. Esse índice atribui numericamente a importância de uma determinada espécie entre as diversas espécies que ocorrem em uma comunidade infestante. As espécies que apresentam os maiores valores de IVI são aquelas que apresentam os maiores valores referentes aos índices de Der, Frr e Abr, sendo que, normalmente, são as espécies mais importantes por estarem adaptadas ao ambiente que está sendo avaliado. O IVI pode ser absoluto ou relativo conforme as seguintes fórmulas:

Índice de valor de importância (IVI) Der + Frr + Abr

$$\text{Índice de Valor de Importância relativa (IVIr)} = \frac{Der + Frr + Abr}{300}$$

3.5.5 Similaridade

O índice de similaridade tem a finalidade de comparar a diversidade das comunidades infestantes estabelecidas entre distintas áreas ou sistemas de manejo, indicando a semelhança ou não entre as áreas em relação à composição das espécies das comunidades. Este índice permite avaliar o impacto dos sistemas de manejos agrícola como fator de seleção das espécies mais adaptadas e consequentemente, auxiliar na identificação de grupos de espécies mais problemáticas comuns entre as áreas ou que ocorre apenas em determinada área. Bem como nos permite comparar as composições específicas das espécies entre épocas distintas (verão e inverno, safra ou safrinha). Estas informações podem auxiliar na elaboração de estratégias de manejo mais sustentável.

O índice de similaridade (IS) pode ser determinado por meio da fórmula proposta por Sorensen (1972), que considera apenas o número de espécies presentes em cada comunidade. Essa técnica avalia a semelhança entre duas áreas através da análise de dados categóricos, atribuindo peso duplo para as espécies coincidentes (presença ou ausência). Esse índice pode variar de 0 (não similar) a 1 (totalmente similar).

$$\mathrm{IS} = \frac{2\mathrm{a}}{2a + b + c}\ x\ 100$$

Sendo a = número de espécies comuns às duas áreas; e b, c = número total de espécies nas duas áreas comparadas.

3.6 AVALIAÇÃO DA COBERTURA DE PALHA SOBRE O SOLO E PRODUTIVIDADE

Ao longo das avaliações foram amostradas a quantidade média de palha em todas as áreas, onde foi utilizado um quadrado de 0,25 x 0,25 m para a coleta das amostras, lançado aleatoriamente. Foram coletadas quinzenalmente 10 amostras de

palha por área, sendo que essas foram secas em uma estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas e, posteriormente, pesadas em balança.

Ao final do ciclo das culturas implantadas foram colhidas manualmente as plantas da área útil das sub parcelas para a determinação da produtividade das culturas (kg ha^{-1}).

3.7 TESTES DE GERMINAÇÃO

As sementes de *Conyza canadensis, Leonurus sibiricus, Bidens subalternans, Digitaria insularis e Solanum americanum* foram coletadas de forma manual nos meses de janeiro e fevereiro, de populações espontâneas na área experimental, localizado em Entre Rios do Oeste. Para tanto, a fim de se obter uma amostra que representasse a variabilidade genética intrapopulacional, foram selecionadas 10 plantas da mesma espécie e as sementes coletadas após a maturidade fisiológica. Em seguida, as sementes foram dispostas em bandejas plásticas para secagem em temperatura ambiente no Laboratório de Sementes e Mudas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Marechal Cândido Rondon, Paraná, por um período de sete dias, visando eliminar o excesso de umidade que pode estar presente nas mesmas. Após a secagem, as sementes foram selecionadas, com a retirada de sementes malformadas por meio de observação visual para a sua padronização. Estas então foram armazenadas em sacos de papel na temperatura de 20°C por dois meses para a quebra da dormência, em uma câmera fria, até o momento da instalação dos experimentos de germinação.

Antes da instalação do experimento, foram realizados testes de germinação para a padronização das sementes a fim de identificar a existência ou não de dormência nas espécies que foram estudadas. A germinação foi realizada em uma câmara de germinação BOD (Biochemical Oxigen Demand) com fotoperíodo de 12 horas luz/escuro, conforme as especificações da Regra para análise de sementes – RAS (BRASIL, 2009). As sementes foram colocadas em caixas plásticas acrílicas tipo Gerbox (11,0 x 11,0 x 3,0 cm), utilizando duas folhas de papel filtro (Germitest) previamente umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes cada. Para as sementes de *D. insularis*, foi necessário realizar a quebra de dormência, sendo que as sementes permaneceram armazenadas por 5 dias em temperatura de 5°C.

3.8 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA BASE E POTENCIAL HÍDRICO BASE

Os experimentos para a determinação do efeito da água e da temperatura na germinação de sementes da espécie estudada foram realizados no Laboratório de Sementes e Mudas localizado no campus da UNIOESTE de Marechal Cândido Rondon.

Foram testados nove regimes de temperatura e sete potenciais hídricos em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 50 sementes, em câmara de germinação BOD (Biochemical Oxigen Demand). Para a determinação da temperatura base, foram utilizada as temperaturas constantes de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45°C. Nas espécies *B. subalternans* e *D. insularis* foram testadas temperaturas adicionais de 32,5 e 37,5 °C. Para a determinações de potenciais hídricos, o experimento foi realizado após a obtenção da temperatura ótima para a germinação de casa espécie, utilizando como tratamento 6 potenciais hídricos (0 -0,1; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1 MPa). No preparo dos potenciais hídricos, foi utilizado o polietileno glicol 6000 (PEG 6000), que foi preparado de acordo com a diluição proposta por Villela, Filho e Sequeira (1991).

O polietileno glicol 6000 foi usado por não causar nenhuma interferência com respeito ao efeito salino nos fenômenos biológicos envolvido nos processos de germinação e elongação do sistema radicular e parte aérea, além de não possuir efeito fitotóxico, não atravessar o sistema de membranas e não ser metabolizado pelas sementes nos processos de germinação e de elongação da parte aérea e radicular (PILL; FINCH-SAVAGE, 1998; HARDEGREE; EMMERICH, 1994).

Para cada tratamento foram semeadas, de forma manual, 200 sementes divididas em quatro subamostras de 50 sementes. As sementes foram colocadas em caixas acrílicas transparentes tipo Gerbox utilizando duas folhas de papel filtro (Germitest) umedecidas com água destilada (experimento de temperatura), com o volume equivalente a 2,5 vezes o peso equivalente ao papel para a determinação da temperatura base. O material foi mantido em câmara de germinação nas temperaturas correspondentes a cada tratamento e fotoperíodo de 12 luz/escuro.

Para a determinação do potencial hídrico base, foram utilizadas quatro folhas de papel filtro (Germitest) umedecidas com 10 ml da solução de PEG 6000 correspondentes a cada tratamento. A cada sete dias, o substrato foi trocado para

minimizar o efeito da perda de humidade da amostra. As caixas plásticas também foram envoltas em um saco plástico transparente para evitar a perda de humidade do substrato.

Foram realizadas avaliações diárias, nas quais as sementes germinadas, para ambos os experimentos foram contadas e removidas. Foram consideradas como germinadas as sementes com a protusão de radícula igual ou superior a 2 mm. As avaliações foram conduzidas até quando nenhuma germinação adicional ocorreu por três dias.

A partir do número de sementes germinadas nas diferentes temperaturas e potenciais hídricos, foi possível determinar a taxa de germinação cumulativa para cada temperatura e potencial hídrico, modelados através da função de Weibull.

$$y = \alpha\,(1 - e^{-\left(x - T50 + \frac{b\ln 2^{\frac{1}{c}}}{b}\right)c)})$$

onde y é a percentagem de emergência; x é o tempo expresso em dias; α é o percentual máximo de emergência registrada; b a taxa de aumento *c* o parâmetro da forma e T_{50} o tempo necessário para obter 50% da emergência.

O tempo necessário para a germinação de 50% do total de sementes germinadas (T_{50}) foi calculado para cada temperatura e potencial hídrico. Assim, para determinar a temperatura base, ótima e máxima, a taxa de germinação foi estimada em $1/T_{50}$ e duas regressões lineares independentes (sub e supra-ótima) foram geradas com a taxa de germinação em função do tempo da temperatura de incubação (DUMUR et al., 1990).

A temperatura base (T_b) e máxima (T_{max}) foram estimadas pela interceptação de cada linha de regressão com a abscissa. A temperatura ótima (T_o) foi calculada da interceptação dessas duas linhas de regressão (DUMUR et al., 1990; GUILLEMIN et al., 2012), usando-se os interceptos e a inclinação dessas duas equações de regressões:

$$\mathrm{To} = \left(\frac{a2 - a1}{b2 - b1}\right)$$

$$\mathrm{Tb} = -\left(\frac{a1}{b1}\right)$$

$$\mathrm{Tmax} = -\left(\frac{a2}{b2}\right)$$

O potencial hídrico base (Ψb) foi calculado plotando-se a taxa de 50% de germinação estimada em $1/T_{50}$ para cada potencial hídrico. O potencial hídrico base

foi calculado pela intersecção da linha de regressão com a abcissa (FYFIELD; GREGORY, 1989; DAHAL; BRADFORD, 1994) usando a seguinte equação:

$$\Psi b = (\frac{a\Psi}{b\Psi})$$

Para a estatística e a elaboração dos gráficos, foi utilizado o programa estatístico Sigmaplot® versão 14.5 (for Windows®).

3.9 MODELAGEM DO FLUXO DE EMERGÊNCIA

O fluxo de emergência de plantas daninhas foi realizado a campo durante três safras (Inverno 2020, Verão 2020-2021 e Inverno 2021), em cinco áreas de manejos agroecológicos, sendo elas, A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e um talhão correspondente ao manejo convencional com herbicida (F), localizadas no Centro Vocacional Tecnológico de Agroecologia, Mandioca e Agricultura Sustentável do Oeste do Paraná (CVT), em Entre Rios do Oeste. As épocas de semeadura corresponderam ao período em que é recomendado realizar a semeadura para a região Oeste do Paraná, conforme o zoneamento agrícola e as condições climáticas.

Em cada safra a emergência de *Conyza canadensis, Leonurus sibiricus* e *Bidens subalternans,* foi monitorada quinzenalmente, em parcelas fixas demarcadas, de 0,25 m². Cada área contou com 10 pontos amostrais com a presença da cultura e 10 pontos amostrais onde foram arrancados a cultura, permanecendo somente a palhada. Esses pontos foram avaliados durante todo o período da permanência da cultura. As plantas daninhas foram consideradas emergidas quando apresentaram o primeiro par de folhas verdadeiras desenvolvidas, sendo identificadas de acordo com literatura especializada (LORENZI, 2014), contabilizadas e removidas. Todos os experimentos foram realizados com infestações naturais.

Medições diárias de temperatura e umidade do solo e do ambiente foram realizadas na área experimental, durante o período do experimento, com a utilização do data logger (modelo CR800). A umidade do solo foi determinada na profundidade de zero a cinco centímetros.

Os dados Ψb (Mpa) foram transformados para Ψm (cm^2 H_2O), através da seguinte equação:

$$\Psi m = \Psi b \times 10000$$

A transformação dos dados de potencial hídrico (Ψm) em umidade volumétrica do solo ($cm^3\ cm^{-3}$) fornecidos pela estação meteorológica foram calculados através da equação de curva de retenção de água no solo descrita pelo modelo de Van Genuthten (1988), descrita por Lucas (2010), sendo representada pela seguinte equação:

$$\theta = 0{,}01778 + \frac{0{,}61906}{[1 + (0{,}44276 * \Psi m)^{1{,}09007}]^{0{,}08319}}$$

em que é θ dado em $cm^3\ cm^{-3}$ e Ψm em cm H_2O.

Os dados de emergência coletados no levantamento fitossociológico foram convertidos de contagens quinzenais para emergência cumulativa, com base na emergência total de plântulas emergidas. Da mesma forma, os dados de temperatura e umidade foram utilizados para determinar o tempo térmico (TT) e hidrotérmico (HT), de acordo com equação sugerida por (GUMMERSON, 1986; ROMAN; MURPHY; SWANTON, 2000; ROYO-ESNAL et al., 2012):

$$TT = \sum (T - Tb)$$

Na qual, para o TT, quando a T (temperatura média diária do solo na profundidade aferida) é maior que a T (temperatura base para a germinação da espécie), é subtraído a temperatura base da temperatura média diária, ($T - T_b$); caso contrário, não é realizado a subtração, seguindo para o próximo dia.

$$TH = \sum (\theta H\ x\ \theta T)$$

Na qual, para o TH, θH = 1, quando $\Psi > \Psi_b$; caso contrário θH = 0; e θT = $T - T_b$ quando $T > T_b$, caso contrário θT = 0; Ψ é o potencial médio diário da água na camada do solo; Ψb é o potencial de água base para emergência de plântulas. Com esta fórmula, o TH só é acumulado quando as condições Ψ e T foram superiores a Ψ_b e T_b. A contagem do TT e TH se iniciou na data de semeadura de cada safra.

Já a relação entre a emergência cumulativa foi descrita pelo modelo Sigmoid, representada pela seguinte equação (HARDEGREE, 2006):

$$y = \frac{\alpha}{1 + e - \frac{x - xo}{b}}$$

Onde: y é a percentagem de emergência; x_0 é o tempo para a germinação de 50% da população, sendo expresso em horas (TT ou TH), α é a percentagem máxima de emergência registrada; b é a taxa de aumento uma vez que a emergência se inicia.

O modelo desenvolvido foi avaliado com dados de emergência a campo obtidos da estação meteorológica localizada no CVT. Os valores reais da emergência e os valores estimados pelo modelo foram analisados pelo quadrado médio do erro (RMSE):

$$\text{RMSE}=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Pi-Oi)^2}$$

no qual: Pi representa a porcentagem cumulativa prevista de emergência; Oi é a porcentagem cumulativa efetiva de emergência; e, n é o número de observações. O RMSE fornece uma medida da diferença entre os valores previstos e os reais em unidades de porcentagem de concentração de plântulas, assim os menores valores de RMSE permitem o ajuste satisfatório aos dados (MAYER; BUTLER, 1993).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRINCIPAIS ESPÉCIES ENCONTRADAS NO LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO

Foram identificadas 46 espécies, de 14 famílias, nos levantamentos realizados nas três safras cultivadas (Inverno 2020, Verão 2020/2021 e Inverno 2021) (Tabela 8). As famílias mais representativas de todo o levantamento fitossociológico, no que se refere ao número de espécies foram as Poaceae (12), Asteraceae (10), Euphorbiaceae (4), Fabaceae (4) e Brasicaceae (3).

As famílias Poaceae e Asteraceae constituem as principais famílias de plantas daninhas encontradas frequentemente em diferentes culturas do Brasil, como a soja (VARGAS et al., 2013), o milho (DUARTE; SILVA; DEUBER, 2007; VAZ DE MELO et al., 2007) o feijão (TAVARES et al., 2013), a cana de açúcar (OLIVEIRA; FREITAS, 2008), e o girassol (ADEGAS et al., 2010). Segundo Lorenzi (2000), a grande quantidade de espécies pertencentes às famílias Asteraceae e Poaceae se deve ao fato dessas espécies produzirem grande quantidade de sementes, o que facilita a disseminação e a ocupação do nicho ecológico em diversos ambientes, mesmo sob condições consideradas desfavoráveis ao crescimento vegetal.

Através do estudo realizado, também foi possível verificar a grande diversidade de espécies presentes, o que pode ser explicado pelas diferentes espécies de plantas cultivadas em cada área, através da rotação de culturas. Além disso, as diferentes condições climáticas em cada safra também influenciaram a emergência das plantas daninhas (DUARTE; SILVA; DEUBER, 2007).

A maior diversidade de plantas daninhas amostradas foi encontrada no talhão E, com 30 espécies identificadas, possivelmente em razão do período de pousio durante a safra de verão, permitindo o livre crescimento, a manutenção e o enriquecimento do banco de sementes no talhão (CASTRO et al., 2011). Em contrapartida, a área de manejo Convencional registrou a menor diversidade de espécies de plantas daninhas, com apenas 20 espécies identificadas. Segundo Puricelli; Tuesca (2005), a intensificação do uso de herbicidas de amplo espectro como o glifosato podem levar um sistema pobre em espécies devido a ação do herbicida sobre as plantas daninhas anuais que germinam antes da aplicação do herbicida, selecionando espécies com emergência tardia.

Tabela 8. Família, espécie e nome comum das espécies identificadas nas áreas com manejos agroecológicos e convencional do CVT da Unioeste. Entre Rios do Oeste/PR, período de 2020 a 2021.

Família	Nome científico	Nome comum	Talhões					
			A	***B***	***C***	***D***	***E***	***F***
Amaranthaceae	*Amaranthus Spp.*	Caruru	*x*	*x*	*x*		*x*	
	Alternanthera tenella	Apaga fogo	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*	
Apiaceae	*Bowlesia incana*	Gertrudes			*x*		*x*	
	Cyclospermum leptophyllum	Erva salsa	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*
Asteraceae	*Acanthospermum hispidum*	Carrapicho carneiro	*x*			*x*		
	Conyza canadensis	Buva	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*
	Bidens subalternans	Picão preto	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*
	Emilia Fosbergi	Falsa serralha					*x*	*x*
	Galinsonga parviflora	Picão branco	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*
	Gamochaeta coarctata	Macela	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*
	Pharthenium hysterophorus	Losna branca					*x*	
	Sonchus oleraceus	Serralha	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*	*x*
	Tridax procumbens	Erva de touro	*x*	*x*				
	Porophyllum ruderale	Couve cravinho	*x*					
Brassicaceae	*Coronopus didymus*	Mastruço	x	x	x		x	
	Raphanus Raphanistrum	Nabo	x	x	x			
	Raphanus sativus L.	Nabiça	x	x	x	x	x	x
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	Trapoeraba	x	x	x	x	x	x
Convolvulaceae	*Ipomea triloba*	Cipó corda de viola	x	x	x			
Euphorbiaceae	*Chamaesyce hyssopifolia*	Erva de santa luzia					x	
	Euphorbia Heterophylla	Amendoim bravo	x	x		x	x	x
	Euphorbia prostrata	Quebra pedra rasteiro	x			x		

Continua...

	Manihot esculenta	Mandioca				x			
Fabaceae	*Glycine max*	Soja							x
	Phaseolus vulgaris	Feijão	x						
	Dolichos lablab	Lab-lab		x					
	Pisum sativum	Ervilha			x				
Lamiaceae	*Leonorus sibiricus*	Rubim	x	x	x	x	x	x	
	Stachys arvensis	Orelha de urso	x	x	x	x	x	x	
Malvaceae	*Sida spp.*	Guanxuma	x	x	x	x	x	x	
Marantaceae	*Maranta sobolifera*	Caeté				x	x		
Poaceae	*Avena sativa*	Aveia		x		x	x		
	Brachiaria plantaginea	Capim marmelada	x			x	x	x	
	Cenchus echinatus	Capim carrapicho				x			
	Digitaria horizontalis	Capim colchão	x	x		x	x	x	
	Digitaria Insularis	Capim amargoso		x	x	x	x	x	
	Eleusine indica	Capim pé de galinha				x	x		
	Panicum maximum	Capim Colonhão				x	x		
	Pennisetum glaucum	Milheto					x		
	Secale cereale	Centeio			x				
	Sorghum halepense	Vassoura				x			
	Triticum aestivum	Trigo	x						
	Zea mais	Milho			x				
Rubiaceae	*Richardia brasiliensis*	Poaia branca	x	x	x	x	x	x	
Solanaceae	*Solanum americanum*	Maria pretinha				x	x	x	
Urticaceae	*Parietaria debilis*	Erva de ganso						x	

Talhões: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).

4.2 DINÂMICA DE EMERGÊNCIA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS EM AREAS AGROECOLOGICAS E CONVENCIONAL

A dinâmica da emergência das espécies com maior Índice de Importância Relativa (IVIr) encontradas nos talhões de manejos agroecológicos e convencional no período da 2020 a 2021 estão apresentados nas Figuras 8 a 20.

4.2.1 Sistema A

No período do inverno/20, nos pontos com a presença de cultura, durante o cultivo do trigo, constatou-se que a espécie *Amaranthus spp*. foi a que apresentou maior IVIr no início do desenvolvimento da cultura, entretanto, no período de fechamento das entrelinhas do trigo, as espécies *R. brasiliensis* e *Sida spp.* foram as que apresentaram maior IVIr (Figura 8). Estas espécies apresentaram elevados IVIr até o final do ciclo da cultura, contudo, neste período houve também a maior ocorrência da espécie *L. sibiricus* em relação as outras espécies identificadas. A espécie *L. sibiricus* apresentou baixos índices de IVIr desde a semeadura da cultura, porém houve aumento do seu IVIr no final do ciclo provavelmente pela elevação da temperatura que ocorreu em setembro, favorecendo seu crescimento e a competição por espaço com as demais espécies da área, uma vez que as melhores condições para a espécie germinar são as temperaturas entre 20/30 °C e a presença de luz (ALMEIDA et al., 2011).

No período da entressafra das culturas de trigo e feijão (setembro e outubro/20), devido à estiagem que afetou a região, não houve a emergência de plantas daninhas. No final de outubro/20 foi instalada a cultura do feijão na safra de verão. A ocorrência das plantas daninhas na área foi constatada somente após 30 dias da semeadura do feijão com destaque para a espécie *Amaranthus spp*. que manteve elevados IVIr até próximo do início da maturação de grãos do feijoeiro, quando houve início da emergência da espécie *Sida spp.* que apresentou elevando IVIr no final do ciclo da cultura.

A maior emergência da espécie *Amaranthus spp*. nos pontos com a presença de cultura, mesmo após o fechamento das estrelinhas do feijão pode estar relacionado a biologia dessa espécie. Segundo Ghorbani; See e Leifer (1999), a espécie *A.*

retroflexus é capaz de germinar mesmo na ausência de luz. O mesmo comportamento também foi observado por Carvalho e Christoffoleti (2007) para as espécies *A. viridis* e *A. hybridus,* no entanto, os mesmos autores verificaram que a espécie *A. retroflexus* apresentou acentuada diminuição na germinação na ausência de luz, demonstrando que pode haver diferenças entre as populações da mesma espécie, provavelmente devido a diferentes condições de microclima que porventura podem ter afetado a planta de origem durante a formação ou maturação das sementes. Outro fator que pode ter contribuído para a emergência da espécie no período do verão é a temperatura média diária do solo nesse período, que se encontrava entre 20 a 30 °C, uma vez que a melhor germinação de *Amaranthus deflexus* (caruru-rasteiro), *A. hybridus* (caruru-roxo), A*. retroflexus* (caruru- gigante), *A. spinosus* (caruru-de-espinho) e *A. viridis* (caruru-de-mancha) ocorrem em temperaturas alternadas de 20/30° C (CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2007).

Essas características podem favorecer o desenvolvimento dessa espécie em cultivos de feijoeiro. Segundo Batista et al. (2016), em cultivos de feijão comum (*P. vulgaris*) com diferentes tipos de crescimento observaram que a espécie *A. viridis* demostrou o maior índice de importância quando o feijão se encontrava no estádio R8 (enchimento de grãos), mesmo em cultivares de hábito de crescimento prostrado. O mesmo comportamento também foi observado em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) para as espécies *A. viridis* e *A. deflexus* (BATISTA et al., 2017) e *A. hybridus var. patulus* (OLIVEIRA; CANUTO; CANUTO, 2017) assim como foi observado também para a cultura da soja (CORREIA; SOUZA; KLINK, 2005).

No período da entressafra das culturas de feijão e milho (fevereiro e março/21), não houve a emergência de plantas daninhas devido ao manejo de revolvimento do solo. No final de março/21 foi semeada a cultura do milho safrinha.

No início da emergência do milho safrinha havia apenas plantas voluntárias da cultura anterior (*P. vulgaris*), enquanto que aos 14 dias após a semeadura do milho safrinha houve apenas a emergência da espécie *E. heterophylla*. Após este período ocorreu um grande período de estiagem que prejudicou severamente o desenvolvimento da cultura e consequentemente a emergência das plantas daninhas. Devido a este fato, não foi realizada a colheita dos grãos de milho, sendo entretanto, realizado a sobresemeadura da cultura da aveia-preta (junho/21).

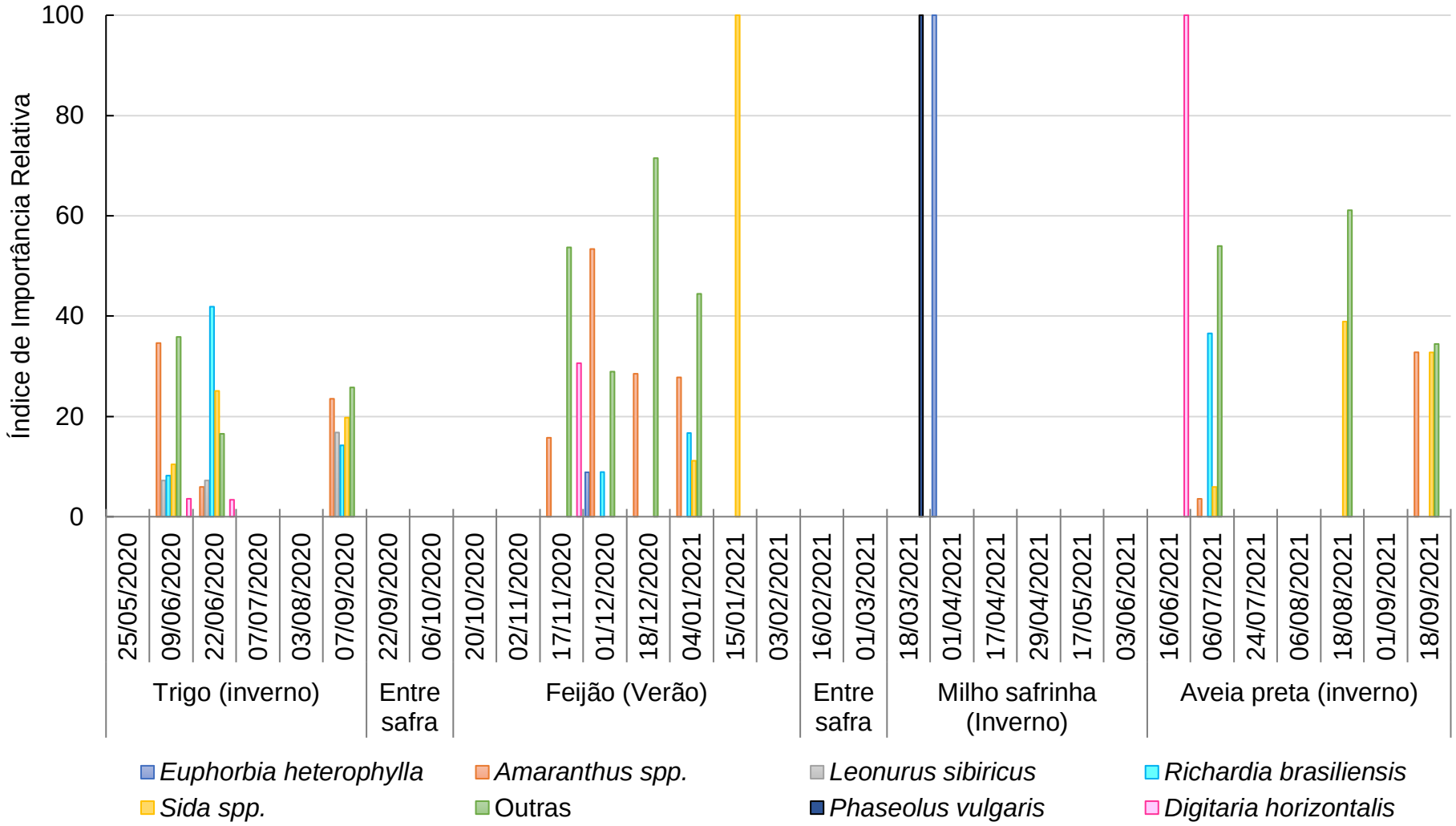

Figura 8. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão A (Primavesi).

No início do desenvolvimento das plantas de aveia-preta emergiram as espécies *D. horizontalis, R. brasiliensis, Amaranthus spp*. e *Sida spp*. com os maiores valores de importância relativa. Estas espécies emergiram posteriormente as primeiras chuvas após o período de estiagem.

A maior incidência da espécie de *D. horizontalis* no início do cultivo da aveia preta pode estar associada as condições climáticas do período, como as temperaturas médias do solo, que variaram entre 18 a 20 °C, o retorno das chuvas e maior luminosidade, uma vez que, devido à estiagem, não houve o desenvolvimento das plantas de milho. De acordo com Mondo et al. (2010), a *D. horizontalis* pode ser considerada como fotoblástica positiva, sendo capaz de germinar em temperaturas, que variam entre 15 a 35° C. Além disso, essa espécie pode ser encontrada em culturas cultivadas durante a primavera/verão e cultivos de outono/inverno (DAN et al., 2011).

No período de agosto e setembro/21 o regime de chuva foi extremamente irregular o que prejudicou a emergência das plantas daninhas e da cultura novamente. Sendo que, no final do ciclo da cultura (setembro/21) houve o início da emergência das espécies *Amaranthus spp* e *Sida spp.,* entretanto com baixa densidade e frequência na área (Figura 8).

Nos pontos sem a presença de cultura, no período do inverno/20, constatou-se que as espécies *R. brasiliensis*, *Sida spp*., *A. tenella*, *B. subalternans, L. sibiricus, C. canadensis*. *Amaranthus spp*. e *I. triloba* foram as que apresentaram os maiores IVIr durante todo o ciclo da cultura, com destaque para a espécie *R. brasiliensis* e *Sida Spp*, que emergiu durante todo o ciclo da cultura (Figura 9). A ocorrência das espécies *Amaranthus spp, B. subalternans* e *L. sibiricus* diminuíram conforme o desenvolvimento da cultura. A espécie *R. sativus* emergiu somente quando a cultura se encontrava próxima da colheita, porém em baixa frequência densidade.

No período da entressafra das culturas de trigo e feijão (setembro e outubro/20), devido à estiagem que afetou a região, houve a emergência somente de *B. subalternans* e *R. brasiliensis*, porém em baixa frequência e densidade. No final de outubro/20 foi instalada a cultura do feijão na safra de verão. A ocorrência de plantas daninhas na área foi constatada somente após 30 dias da semeadura do feijão com a emergência de plantas voluntárias da cultura anterior (outras) e das espécies *Amaranthus spp* e *I. triloba*, que emergiu durante todo o período da ocorrência da

cultura no campo mantendo elevados valores de importância relativa. Durante esse período, foi constatado também a presença de *B. subalternans* e *Sida spp*. que emergiram próximo ao período de fechamento das entrelinhas da cultura (dezembro), e *L. sibiricus*, e apresentou maior emergência no período final de permanência de cultura no campo (janeiro-fevereiro/21).

Na entressafra das culturas de feijão e milho (fevereiro e março/21), houve somente a emergência de *Sida spp*, *Amaranthus spp, I. triloba* além de plantas voluntárias da cultura anterior (*F. vulgaris*). No final de março/21 foi semeada a cultura do milho safrinha.

No início da emergência do milho safrinha no campo, ocorreu a emergência de plantas voluntárias da cultura anterior (*F. vulgaris*). Outra espécie que novamente se destacou no início do ciclo da cultura foi a *I. triloba*. A emergência dessa espécie no período do verão e início do outono provavelmente ocorreu devido as condições ideais para sua germinação, uma vez que as temperaturas médias durante esse período eram próximas das temperaturas ideais para a germinação dessa espécie. Segundo Rizzardi et al. (2009), a temperatura ótima de germinação para essa espécie se encontra entre 16,3 e 27,5° C em condições de luminosidade. Além da cultura do milho safrinha, essa espécie também foi encontrada em áreas com o cultivo de cana (NICOLAI, 2009), e feijão-caupi (OLIVEIRA; CANUTO; CANUTO, 2017).

Após a semeadura da cultura no campo, ocorreu um período de estiagem, que prejudicou emergência das plantas daninhas bem como o desenvolvimento da cultura no campo. Devido a este fato, não foi realizada a colheita dos grãos de milho. Entretanto, foi realizado a sobresemeadura da cultura da aveia-preta (junho/21).

No início do desenvolvimento da aveia-preta no campo, as espécies que apresentaram os maiores IVIr foram *A. tenella*, *I triloba, R. brasiliensis, B. subalternans* e *C. canadensis.* Estas espécies emergiram logo após o retorno das primeiras chuvas que ocorreram na região. No período de agosto e setembro/21 o regime de chuva foi extremamente irregular o que prejudicou novamente a emergência das plantas daninhas. Sendo que, no final do ciclo da cultura (setembro/21) houve apenas o início da emergência da espécie *L. sibiricus,* em baixa densidade e frequência na área (Figura 9).

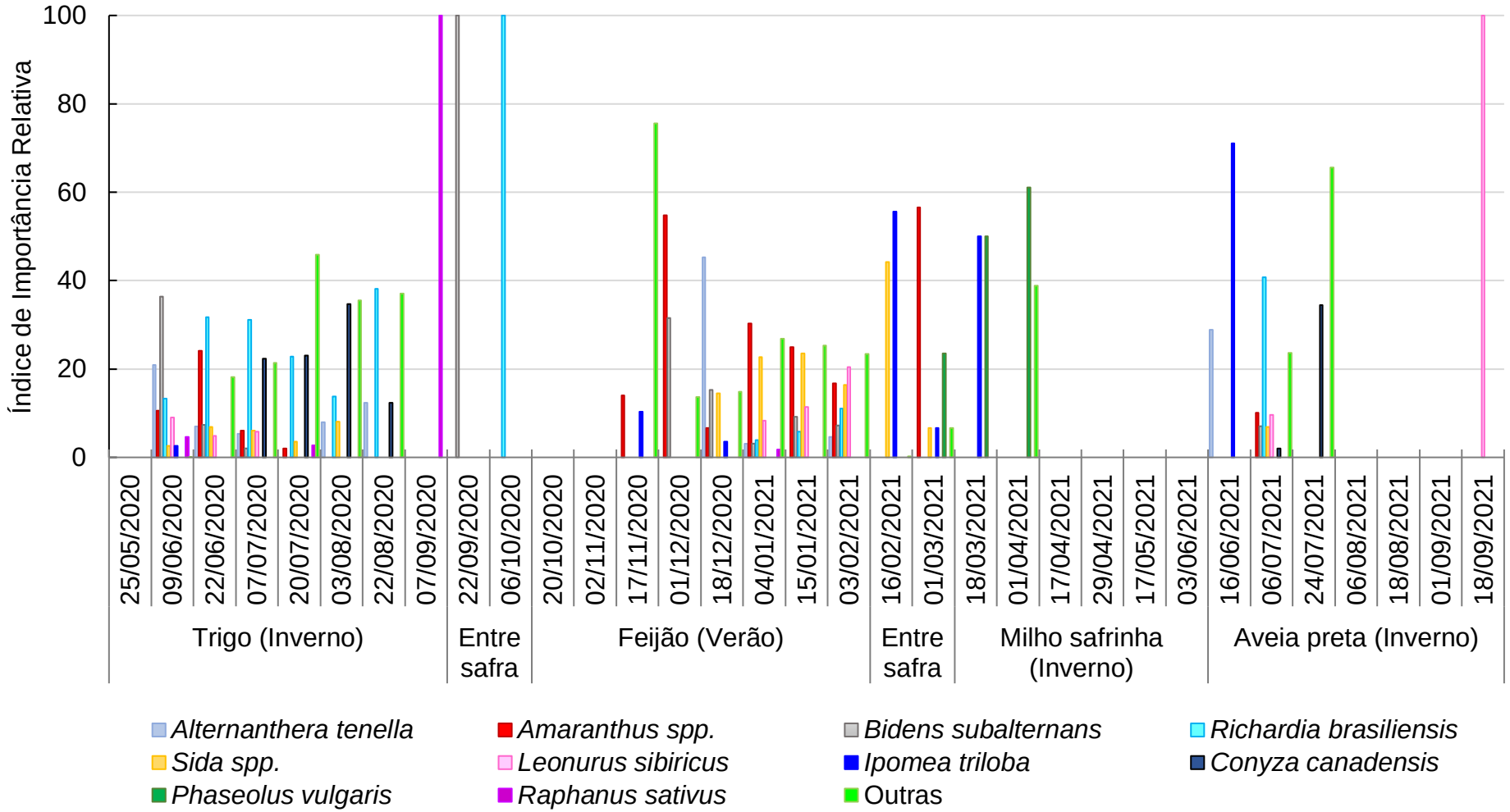

Figura 9. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão A (Primavesi).

4.2.2 Sistema B

Nos pontos com a presença de cultura, durante o cultivo da aveia, que ocorreu no período do inverno/20, constatou-se que as espécies *A. Tenella, L. sibiricus* e *R. brasiliensis* foram as que apresentaram maior IVIr no início do desenvolvimento da cultura (Figura 10). Após o fechamento das entrelinhas da cultura, não foi registrada a emergência das espécies *A. Tenella* e *R. brasiliensis.* Entretanto, para a espécie *L. sibiricus*, houve aumento do IVIr no final do ciclo da cultura da aveia assim como ocorreu na área cultiva com trigo (Figura 8 e 9), juntamente com a maior ocorrência da espécie *Amaranthus spp.*, que foi favorecida possivelmente pela melhor luminosidade assim como o aumento da temperatura média do solo.

No período da entressafra (setembro e outubro/20), não houve a emergência de plantas daninhas. No final de outubro/20 foi instalada a cultura da soja na safra de verão.

A ocorrência das plantas daninhas na área foi constatada somente após 30 dias da semeadura da soja com destaque para as espécies *Amaranthus spp*. e *C. benghalensis,* que emergiram em alta densidade. Essas espécies mantiveram elevados IVIr até o estádio de enchimento dos grãos da cultura da soja. No início de fevereiro/21, próximo ao período de maturação da cultura, houve o aumento da ocorrência das espécies *L. sibiricus* e *R. brasiliensis*. No final de março/21 foi semeada a cultura do milho safrinha.

No início da emergência do milho safrinha até o estádio de enchimento dos grãos (junho/21), não houve a emergência no talhão devido ao manejo realizado para o controle mecânico de plantas espontâneas (capinadora), que foi realizado no início de abril/21. Vale destacar a ocorrência de estiagem que prejudicou severamente o desenvolvimento da cultura e consequentemente a emergência das plantas daninhas. Somente após o retorno das chuvas (junho/21) foi registrado a emergência das espécies *Amaranthus spp*, *L. sibiricus*, *R. brasiliensis e A. Tenella,* que emergiram em menor densidade na área. Além do retorno das chuvas, a baixa estatura das plantas de milho e as falhas do estande devido a estiagem podem ter favorecido a emergência dessas espécies no talhão, devido a passagem de luz que favorece a quebra de dormência de diversas espécies de plantas daninhas.

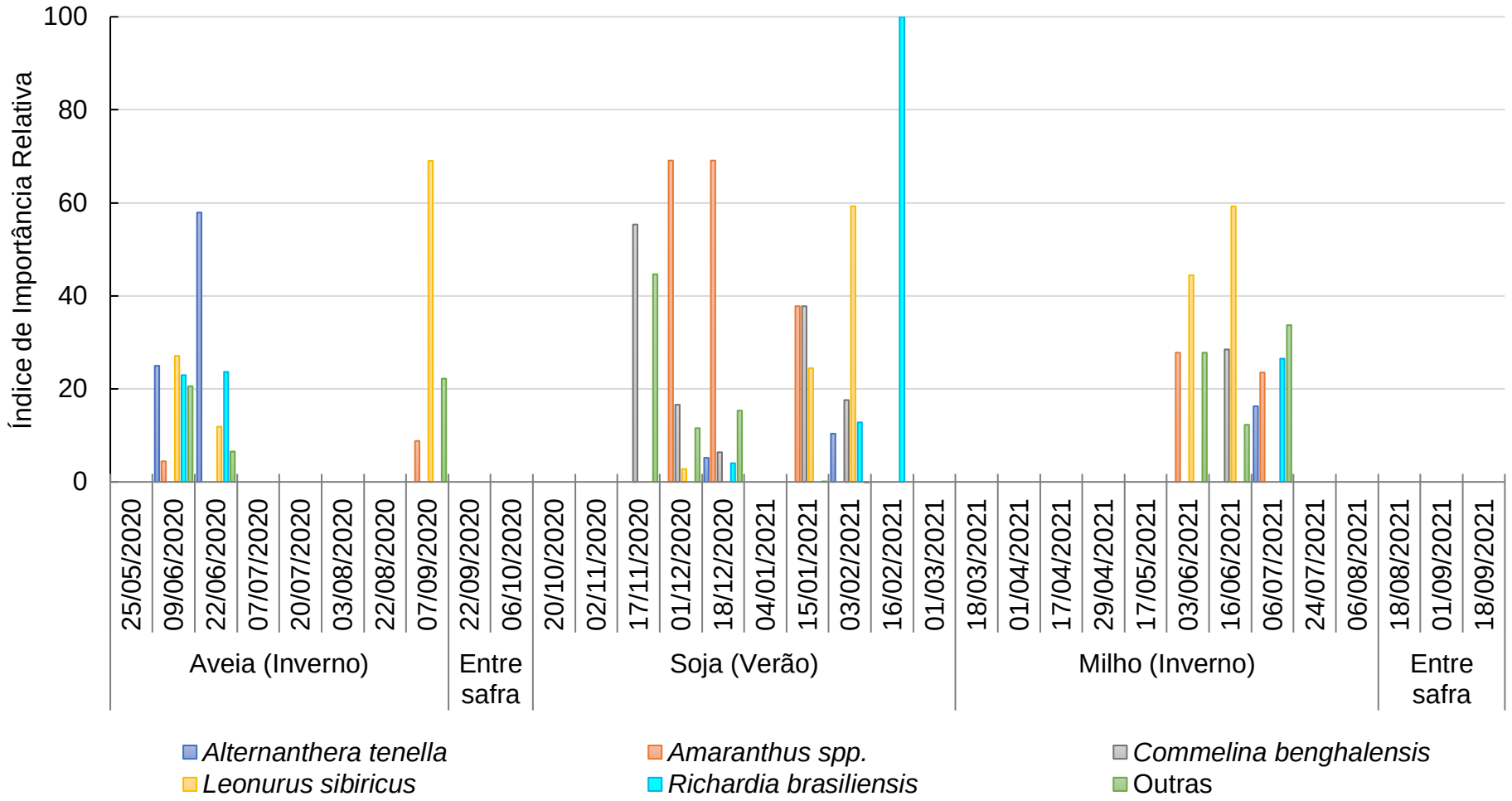

Figura 10. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão B (Kathounian).

No período de agosto e setembro/21 o regime de chuva foi extremamente irregular o que prejudicou a emergência das plantas daninhas e da cultura novamente. Próximo ao período de colheita do milho, e no período de entressafra, não houve a ocorrência de nenhuma espécie de planta espontânea na cultura (Figura 10).

Nos pontos sem a presença de cultura durante o cultivo da aveia, que ocorreu no período do inverno/20, contatou-se que as espécies *A. Tenella, L. sibiricus* e *R. brasiliensis* foram as que apresentaram maior IVIr no início do desenvolvimento da cultura (Figura 11). Após o fechamento das entrelinhas da cultura, não foi registrada a emergência das espécies *A. Tenella* e *L. sibiricus.* Entretanto, para a espécie *R. brasiliensis*, houve aumento do IVIr no final do ciclo da cultura da aveia. No final do ciclo da cultura, ocorreu a emergência somente de *L. sibiricus*, porém em baixa densidade e frequência.

No período da entressafra das culturas de trigo e soja (setembro e outubro/20), não houve a emergência de plantas espontâneas. No final de outubro/20 foi instalada a cultura da soja na safra de verão. A ocorrência das plantas daninhas na área foi constatada somente após 30 dias da semeadura da soja com destaque para as plantas voluntárias da cultura anterior (outras), além das espécies *C. benghalensis, A. tenella* e *Amaranthus spp*. Após o mês de dezembro/21, ocorreu a emergência das espécies *L. sibiricus* e *R. brasiliensis*, possivelmente devido ao aumento da temperatura, que estimulou a emergência dessas espécies.

Nos meses de janeiro/21 não foram registrados a ocorrência de plantas daninhas na área. No final do ciclo da cultura, as espécies que se destacaram apresentando os maiores valores IVIr foram *A. tenella, L. sibiricus R. brasiliensis* e *C. benghalensis.* que ocorreram provavelmente devido as elevadas temperaturas no solo assim como a diminuição da frequência das chuvas. No final de março/21 foi semeada a cultura do milho safrinha.

No início da emergência do milho safrinha até o estádio de enchimento dos grãos (junho/21), assim como nos pontos com a presença de cultura, não houve a emergência de plantas daninhas. Somente após o retorno das chuvas foi registrado a emergência das espécies *L. sibiricus*, *R. brasiliensis, A. Tenella, Amaranthus spp*. na área.

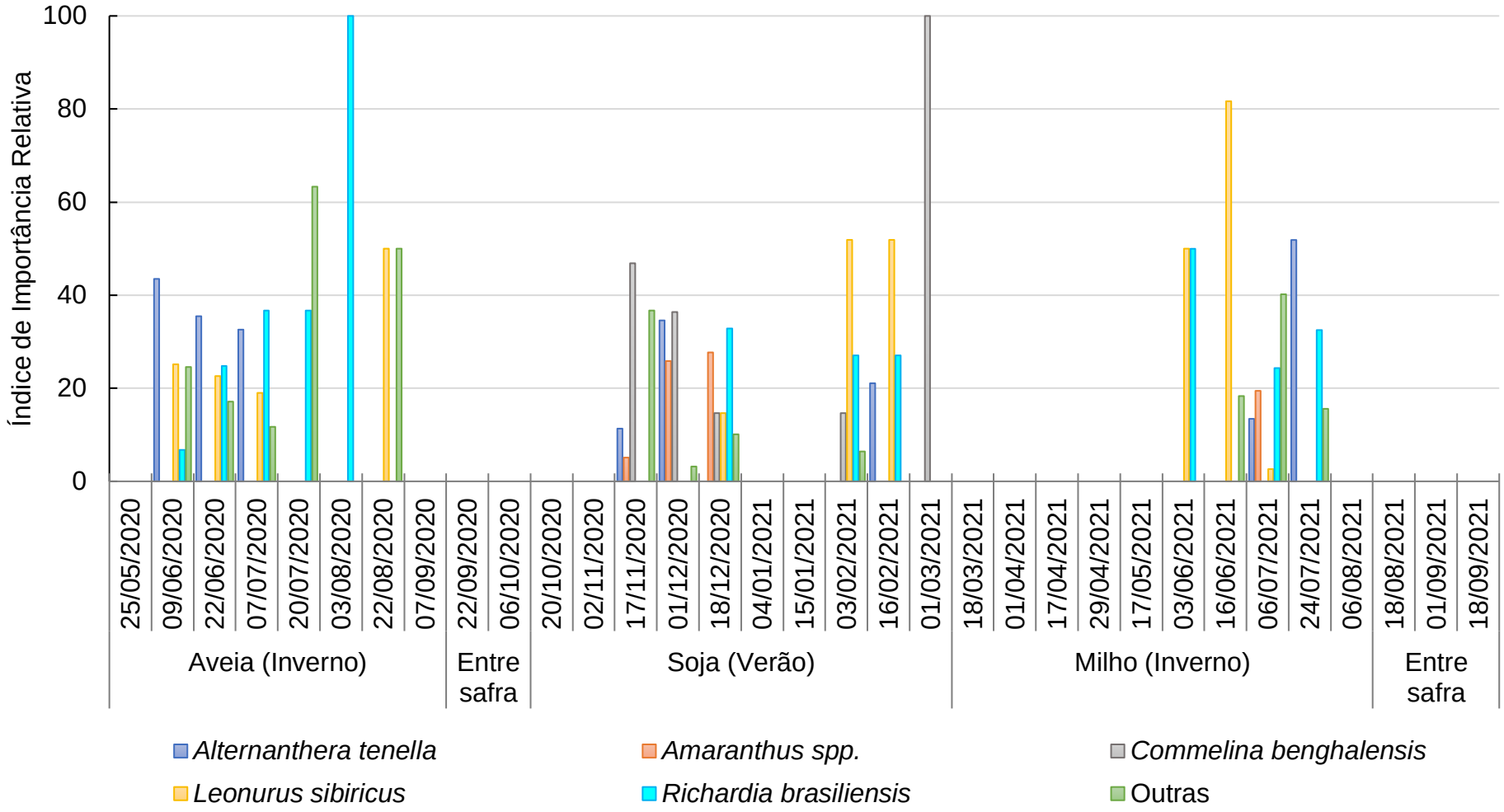

Figura 11. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão B (Khatounian).

No período de agosto e setembro/21, assim como nos pontos sem a presença de cultura, não houve a ocorrência de nenhuma espécie de planta daninha no talhão (Figura 11).

4.2.3 Sistema C

Nos pontos com a presença de cultura, durante o cultivo do Mix RX 520 no período do inverno/20, foram observados vários fluxos de emergência de diversas espécies de plantas daninhas (Figura 12). As espécies que apresentaram os maiores IVIr no início do desenvolvimento do Mix foram *A. tenella*, *B. subalternans*, *L. sibiricus e R. brasiliensis*. As espécies *A. tenella* e *R. brasiliensis* continuaram apresentando elevados IVIr até o final do ciclo.

No final de outubro/20 foi instalada a cultura do milho na safra de verão/20. A ocorrência das plantas daninhas na área foi constatada somente após 30 dias da semeadura do milho com destaque para as plantas voluntárias de centeio (*S. cereale*), que emergiu em alta densidade no início do desenvolvimento da cultura até o fechamento das entrelinhas. A espécie *C. benghalensis*, apesar da baixa densidade de emergência durante o desenvolvimento da cultura, manteve elevados IVIr até a maturação de grãos do milho (março/21). No período de maturação do milho, ocorreu também a emergência das espécies *R. brasiliensis, B. subalternans* e *L sibiricus*.

No período da entre safra das culturas do milho e do trigo (março a junho/2021), havia apenas plantas voluntárias da cultura anterior (outras) que emergiram logo após a colheita. Além disso, também houve a ocorrência de *B. subalternans*, que emergiu em baixa densidade e frequência, provavelmente devido à estiagem que ocorreu durante o período.

No começo de junho/21, foi instalada a cultura do trigo. Logo após a semeadura foi constatada apenas presença de *B. subalternans* que emergiu em baixa densidade e frequência. Durante o desenvolvimento da cultura do trigo, as espécies que apresentaram os maiores IVIr foram *A. tenella* e *R. brasiliensis*, que emergiram até o fechamento das estrelinhas.

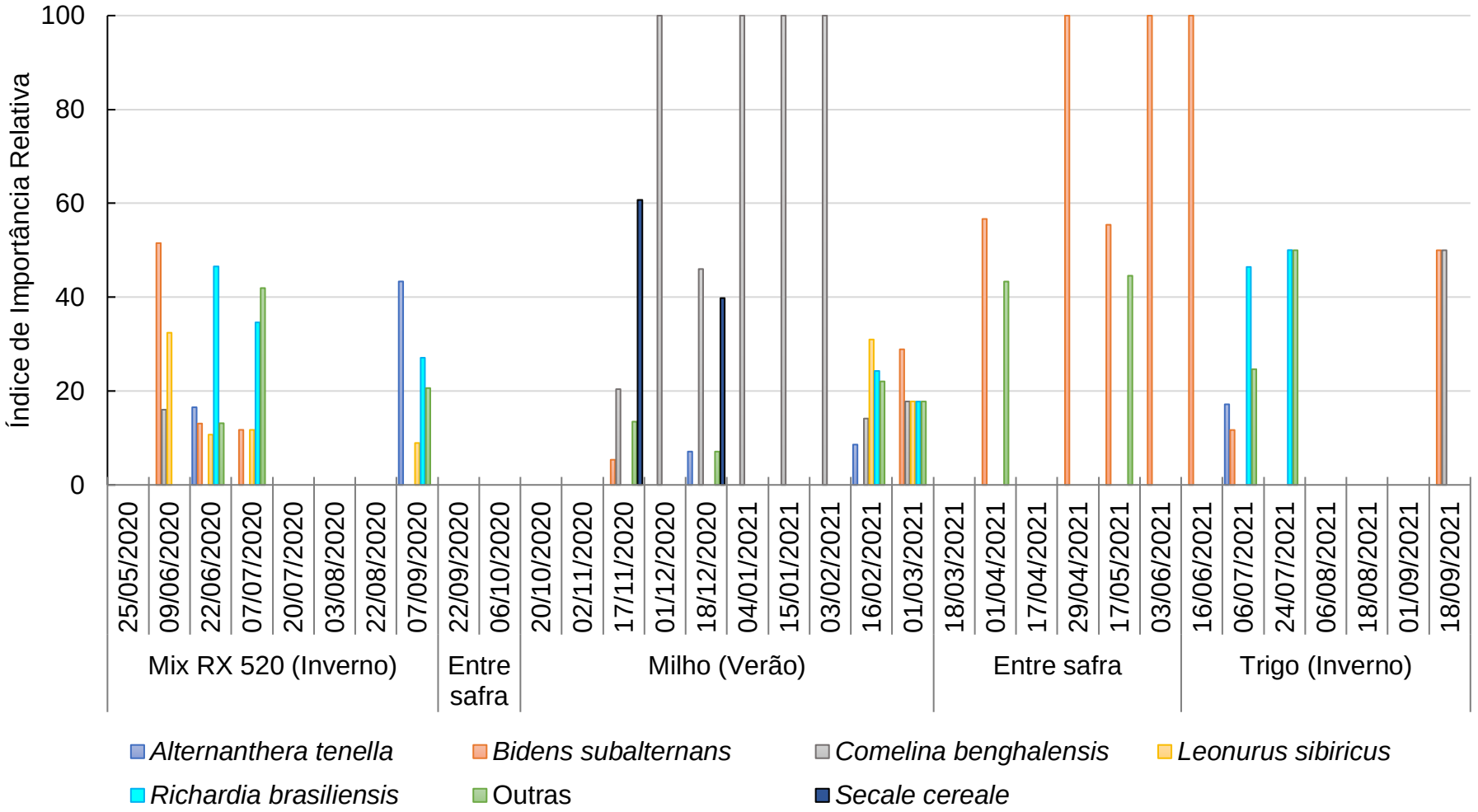

Figura 12: Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão C (Costabeber). Mix RX 520 Mix: Aveia, Centeio, Ervilha e Nabo. Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira

No período de agosto e setembro/21 o regime de chuva foi extremamente irregular o que prejudicou a emergência das plantas daninhas e da cultura novamente. Sendo que, no final do ciclo da cultura (setembro/21), constatou-se apenas a emergência das espécies *B. subalternans e C. benghalensis.* Entretanto, com baixa densidade e frequência na área (Figura 12).

Assim como nos pontos com a presença de cultura, nos pontos sem a presença de cultura também foram observados vários fluxos de emergência de diversas espécies de plantas daninhas durante o cultivo do Mix RX 520 no período do inverno/20 (Figura 13). As espécies que apresentaram os maiores IVIr foram *A. tenella*, *B. subalternans*, *L. sibiricus, R. brasiliensis, G. coarctata* e *S. arvensis*. As espécies *B. subalternans*, *L. sibiricus* obtiveram altos índices de IVIr somente no início da permanência da cultura no campo, que ocorreu nos meses de junho e julho/21, mas, com o decorrer do período de desenvolvimento da cultura no campo, as espécies diminuíram a sua ocorrência no campo. As espécies *G. coarctata* e *S. arvensis* emergiram tardiamente, apresentando altos valores de IVIr somente 50 dias após a semeadura do mix na área. Já as espécies *R.* brasiliensis e *A. tenella* emergiram durante todo o período de permanência da cultura no campo.

No final de outubro/20 foi instalada a cultura do milho na safra de verão/20. A ocorrência das plantas espontâneas na área foi constatada somente após 30 dias da semeadura do milho com destaque para as plantas voluntárias de nabo (*R. sativus*), que emergiu em alta densidade no início do desenvolvimento da cultura, contudo, nesse período ocorreu também a emergência da espécie *B. subalternans,* que emergiu durante os meses de novembro e dezembro. Em contrapartida, a espécie *L sibiricus* somente nos meses de dezembro/20 a março21. Durante a permanência da cultura do milho no campo, as espécies *R. brasiliensis, A. tenella* também ocorreram em menor frequência na área.

No período da entressafra das culturas do milho e do trigo (março a junho/2021), havia apenas plantas voluntárias da cultura anterior (*Z. mays*) que emergiram logo após a colheita. Além de que também houve a ocorrência de *B. subalternans*, *R. brasiliensis* e *R. sativus*, que emergiram em baixa densidade e frequência, provavelmente devido à estiagem.

No começo de junho/21, foi instalada a cultura do trigo. Logo após a semeadura foi constatada apenas presença de *B. subalternans* que emergiu em baixa

densidade e frequência. Durante o desenvolvimento da cultura do trigo, as espécies que apresentaram os maiores IVIr foram *R. brasiliensis*, *G. coarctata* e *S. arvensis* que emergiram até o início de agosto. Após esse período, devido ao regime de chuva extremamente irregular, não ocorreu a emergência de nenhuma planta daninha. Sendo que, no final do ciclo da cultura (setembro/21) constatou-se apenas a emergência das espécies *B. subalternans e C. benghalensis,* entretanto com baixa densidade e frequência na área (Figura 13).

Apesar de ser descrita na literatura como uma espécie daninha de emergência tardia de verão, foi observado que a maior emergência da espécie *A. tenella* ocorreu durante o período do inverno, demonstrando que a espécie foi capaz de se adaptar as condições climáticas que ocorrem nas áreas de produção agroecológica de Entre Rios do Oeste. A emergência dessa espécie ocorreu, durante o período do inverno, em maior importância no início do desenvolvimento do trigo (talhão A e C), da aveia (talhão B) do Mix de plantas de cobertura (talhão C), embora tenha ocorrido também durante o desenvolvimento do milho safrinha, possivelmente devido a baixa estatura das plantas devido ao déficit hídrico. Já no período do verão, a espécie ocorreu de forma mais tardia na cultura do milho (talhão C), ou durante o desenvolvimento da cultura na soja (talhão B).

Foi possível observar também que a *A. tenella* ocorreu em maior densidade nos pontos sem a presença de cultura, embora tenha apresentado grande importância relativa nos pontos com e sem a presença de cultura. A maior densidade da espécie ao campo pode ser devido á maior germinação que a espécie apresenta na presença de luz. De acordo com Canossa et al. (2008) e Vivian et al. (2008), a germinação das sementes de *A. tenella* foram favorecidas quando estiveram na presença de luz, apresentando maior germinação em relação as sementes mantidas sem luz.

Durante o período do inverno de 2021, não foi observado grande emergência de *A. tenella* durante o cultivo do trigo (talhão C). Acredita-se que a grande quantidade de palha formada sobre o solo da cultura anterior (Milho) possa ter impedido a germinação dessa espécie.

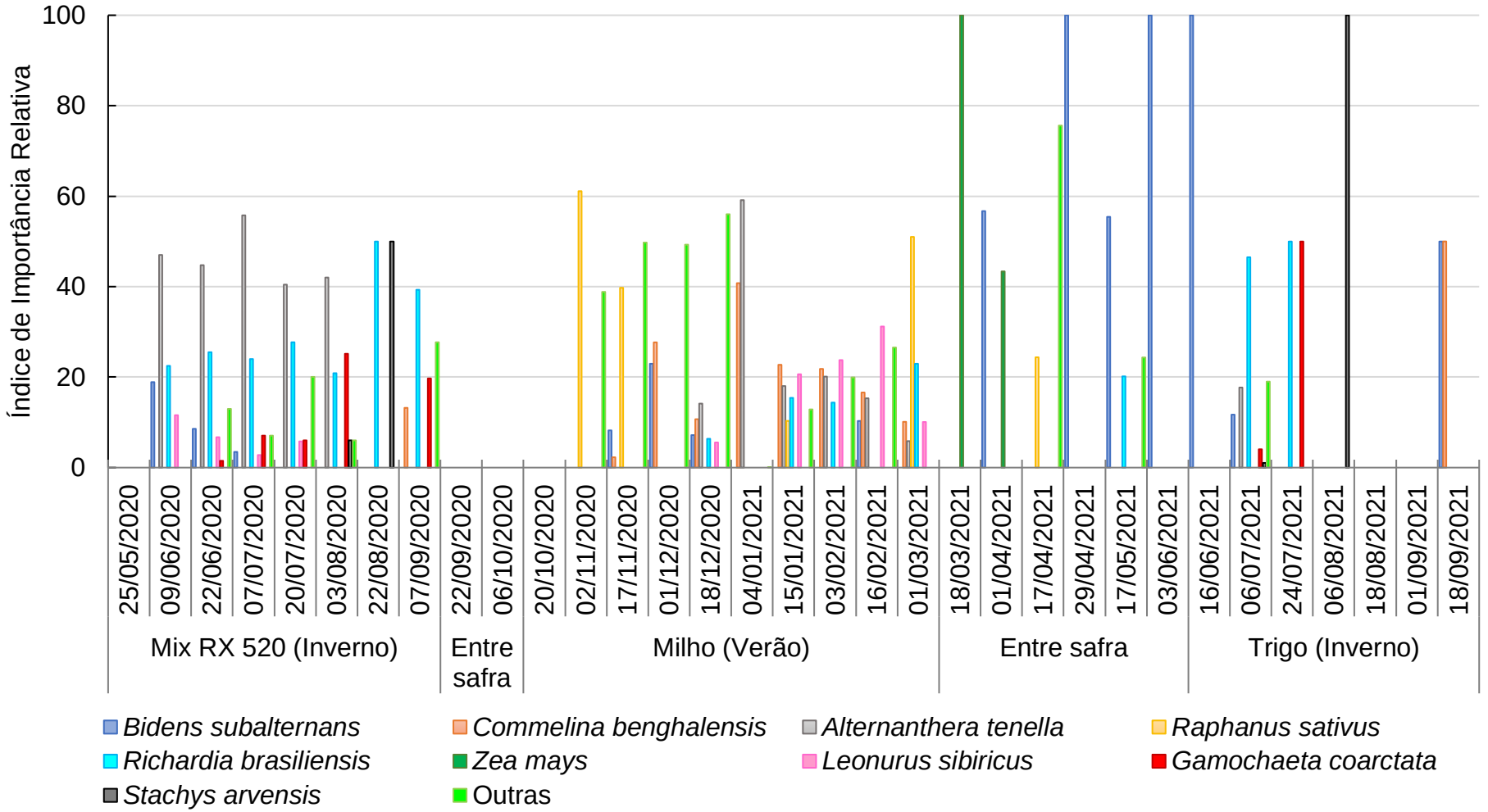

Figura 13. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão C (Costabeber). Mix RX 520 Mix: Aveia, Centeio, Ervilha e Nabo. Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira

Embora ocorra germinação tanto na presença quanto na ausência de luz, a menor germinação sob ausência de luz pode ser utilizada como uma ferramenta para definir os melhores manejos de controle para essa espécie. Segundo Pacheco et al. (2009), as plantas de cobertura de *Brachiaria brizantha*, *B. ruziziensis*, *B. decumbens*, *Eleusine coracana*, *Pennisetum glaucum* e o híbrido de sorgo com capim-sudão (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanense*) em diferentes épocas de sobressemeadura na cultura da soja conseguiram reduzir a infestação de *A. tenella* em relação ao pousio.

A espécie *A. tenella* é uma espécie que pode afetar diversas culturas, podendo diminuir sua produtividade, caso não seja controlada. Essa espécie pode afetar as culturas do milho (DUARTE; DEUBER, 1999), do algodão (FREITAS et al., 2006), da soja (PACHECO et al., 2009), banana irrigada (MOURA FILHO et al., 2015) e abacaxi (FERNANDES et al., 2021).

4.2.4 Sistema D

Nos pontos com a presença de cultura, no período em que foi cultivado o Mix RX 110 (inverno/20), contatou-se que as espécies *R. brasiliensis, C. bengalensis G. coarctata* e *Sida spp* foram as que apresentaram os maiores IVIr durante o todo o desenvolvimento da cultura (Figura 14). Contudo, neste período houve também a maior ocorrência da espécie *S. arvensis* em relação as outras espécies identificadas. A espécie *S. arvensis* apresentou baixos índices de IVIr desde a semeadura da cultura, porém houve aumento do seu IVIr no final do ciclo.

No final de outubro/20 foi instalada a cultura da soja na safra de verão. A ocorrência das plantas daninhas na área foi constatada somente após 15 dias da semeadura da soja com destaque para *E. heterophylla* e de plantas voluntárias de *R. sativus*. Após o fechamento das estrelinhas da cultura, as espécies que apresentaram os IVIr mais elevados foram *C. bengalensis*, *Sida spp*. e *R. Brasiliensis*. Essas espécies emergiram durante o restante do ciclo da cultura até próximo a colheita da soja.

No final de março/21 foi semeada a cultura do Lab-lab. A emergência de plantas daninhas iniciou somente 23 dias após a semeadura da cultura, com destaque para as espécies *E. heterophylla*, *R. sativus* e *C. benghalensis*, que apesar de

apresentar elevados IVIr, emergiram em baixa frequência e densidade. No restante do período de permanência da cultura no campo, não houve a emergência de nenhuma espécie devido ao manejo mecânico realizado, bem como a ocorrência de um longo período de estiagem, que prejudicou não somente a emergência de plantas espontâneas, mas também o desenvolvimento da cultura. Devido a este fato, não foi realizado o manejo com rolo faca na cultura, sendo realizado a sobresemeadura após o retorno das chuvas do Mix Aduverd 1005 em junho/21.

A ocorrência das plantas daninhas na área foi constatada somente 18 dias após a semeadura do Mix, sendo que as espécies que apresentaram os maiores valores de IVIr foram *Sida spp, G. coarctata R. brasiliensis* e *S. arvensis*.

No período de agosto e setembro/21 o regime de chuva foi extremamente irregular, prejudicando a emergência das plantas daninhas e da cultura novamente. Sendo que, no final do ciclo da cultura (setembro/21) não houve a emergência das espécies na área (Figura 14).

Nos pontos sem a presença de cultura, no período em que foi cultivado o Mix RX 110 (inverno/20), contatou-se que as espécies *R. brasiliensis* e *L. sibiricus* foram as que apresentaram os maiores IVIr, emergindo durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura (Figura 15). No período da entressafra das culturas do Mix e da soja (setembro e outubro/20), houve somente a emergência de *R. brasiliensis,* que ocorreu em baixa densidade e frequência na área. No final de outubro/20 foi instalada a cultura da soja na safra de verão.

A ocorrência das plantas daninhas na área foi constatada somente após 15 dias da semeadura da soja com destaque para as plantas voluntárias de *R. sativus*, que emergiu no início do cultivo da soja e *C. bengalensis*, *Sida spp*, *R. Brasiliensis* e *L. sibiricus*, que apresentaram os maiores valores de IVIr durante todo o ciclo da cultura. A espécie *E. heterophylla* emergiu somente quando a cultura se encontrava próximo ao período da colheita.

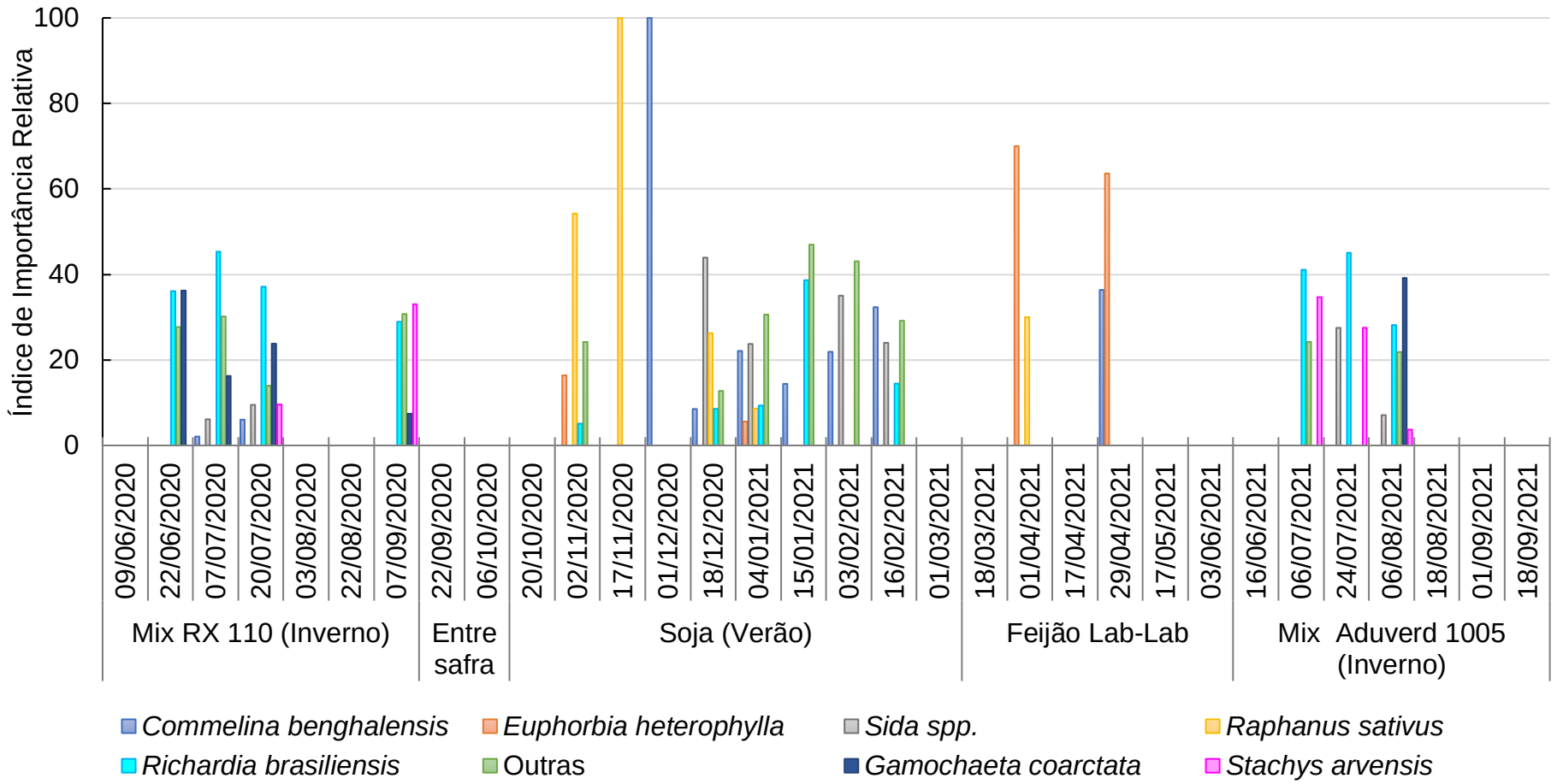

Figura 14: Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 com a presença de cultura no talhão D (Hahnemann). Mix RX 110: Aveia, Centeio e Nabo e Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira

No final de março/21 foi semeada a cultura do Lab-lab. A emergência de plantas daninhas iniciou somente 23 dias após a semeadura da cultura, com destaque para as espécies *E. heterophylla*, e *R. sativus*, que apesar de apresentarem elevados valores de IVIr, essas espécies emergiram em baixa frequência e densidade.

A sobresemeadura do Mix Aduverd 1005 foi realizada em junho/21. A ocorrência das plantas daninhas na área foi constatada somente 18 dias após a semeadura do Mix, sendo que as espécies que apresentaram os maiores valores de IVIr foram *R. brasiliensis* e *Sida spp*.

No período de agosto e setembro/21 o regime de chuva foi extremamente irregular, prejudicando a emergência das plantas daninhas e da cultura novamente. Sendo que, no final do ciclo da cultura (setembro/21) houve somente a emergência de *Sida spp*. e outras na área (Figura 15), entretanto, em baixa frequência e densidade.

Os maiores índices de importância relativa para *Sida spp*. foram observados nos talhões A e D, que são pertencentes aos manejos agroecológicos. Apesar dessa espécie ter emergido durante a safra de inverno, a maior densidade, frequência e os maiores valores de importância relativa foram observados durante o período do verão, onde as temperaturas médias do solo variaram de 22 a 28°C, favorecendo a germinação dessa espécie. Assim como outras espécies, a germinação de *Sida spp*. também pode ser influenciada pelas condições de temperatura e luz.

De acordo com Rosa e Ferreira (2001) as maiores germinações para *S. rhombifolia* ocorreram na temperatura constante de 35 °C e na alternância de temperatura de 20 a 35 °C, tanto na presença como na ausência de luz, indicando que as altas temperaturas favorecem a germinação dessa espécie (ROSA; FERREIRA, 2001). Entretanto, Chauhan e Johnson (2008) observaram que, em baixas temperaturas (15/25° C), mesmo ocorrendo a baixa germinação, as sementes mantidas no escuro germinaram 59% maior comparada as sementes germinadas na luz, indicando que em temperaturas abaixo do ideal, a luz inibe a germinação. A espécie *Sida spp*. também foi identificada em um levantamento fitossociológico de cana (BARBOSA et al., 2013) e pastagens degradadas (TUFFI SANTOS et al., 2004).

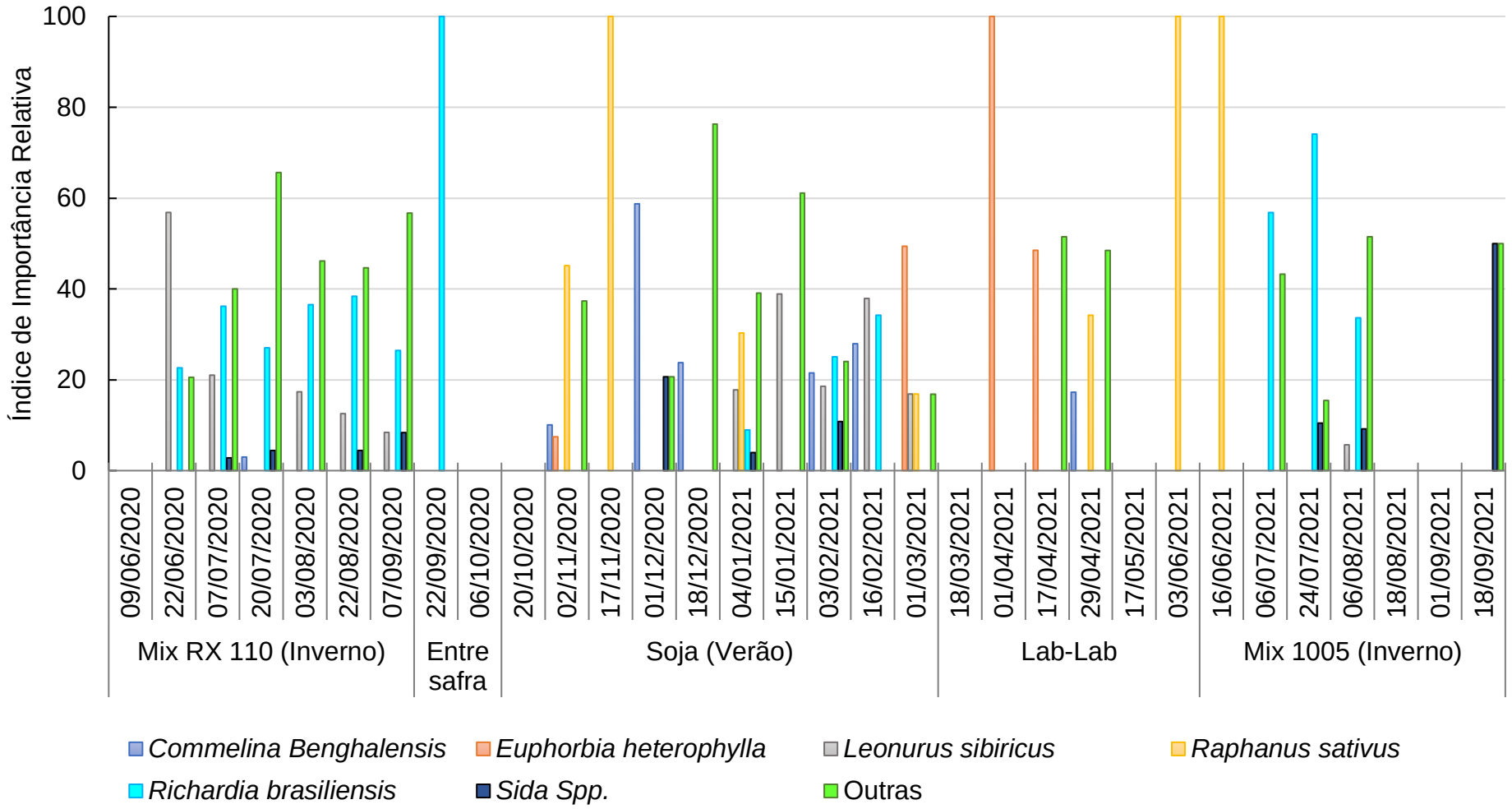

Figura 15. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 sem a presença de cultura no talhão D (Hahnemann). Mix RX 110: Aveia, Centeio e Nabo e Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira

4.2.5 Sistema E

Nos pontos com a presença de cultura, no período em que foi cultivado o Mix de plantas de cobertura de inverno (Aveia preta e Nabo) no período do inverno/20, a ocorrência de plantas espontâneas foi constatada somente 19 dias após a semeadura, com destaque para as espécies *C. benghalensis, R. brasiliensis* e *B. subalternans* (Figura 16).

No período de setembro/20 a março/21, a área permaneceu em pousio, No final de outubro/21, foi observado a emergência de plantas daninhas provenientes da cultura anterior (*R. sativus*) nos meses de novembro e dezembro/20. A espécie *C. benghalensis* emergiu durante todo o período do pousio, enquanto que, a espécie *R. brasiliensis* emergiu somente nos meses de janeiro a março/21, sendo estes os meses mais quentes e chuvosos do período do verão. A espécie *E. heterophylla*, apesar da baixa frequência, apresentou altos índices de IVIr somente após o manejo realizado com o rolo-faca, que ocorreu em fevereiro/21. No final de março/21 foi semeada a cultura do Lab-lab em uma parte da área e em outra parte, milheto.

Durante o período do desenvolvimento do Lab-lab/Milheto as espécies que apresentaram os maiores IVIr foram o *R. sativus*, e *E. heterophylla*. A espécie *R. sativus* apresentou o maior IVIr no início da semeadura da cultura, porém, houve a diminuição do IVIr no final do período de permanência da cultura no campo enquanto a espécie *E. heterophylla* apresentou maior IVIr nesse período. Apesar das espécies expressarem significativos níveis de IVIr, a densidade e a frequência de emergência dessas espécies foram baixas em razão do período de estiagem que afetou não somente a emergência das plantas daninhas, mas também o desenvolvimento da cultura no campo. A sobresemeadura do Mix Aduverd 1005 foi realizada em junho/21.

No início da emergência do Mix, emergiu somente a espécie *B. subalternans,* que apesar da baixa frequência emergiu em alta densidade. Aos 30 dias após a semeadura do Mix, a *R. brasiliensis* foi a espécie que apresentou o maior IVIr até o fechamento das estrelinhas da cultura. No período de agosto e setembro/21 o regime de chuva foi extremamente irregular o que prejudicou a emergência das plantas espontâneas (Figura 16).

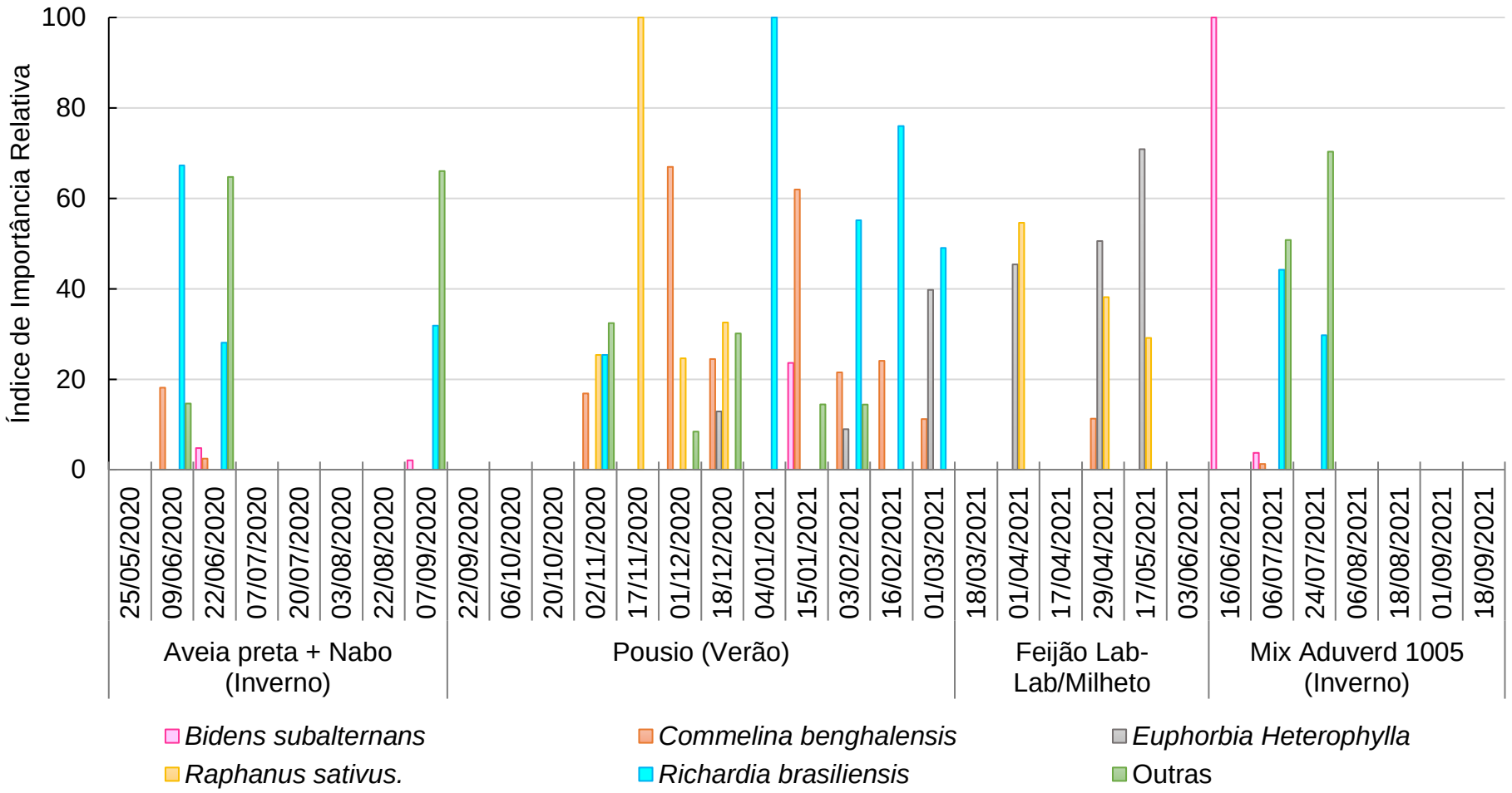

Figura 16. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão E (Wohlleben). Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira.

Nos pontos sem a presença de cultura, durante o cultivo do Mix de plantas de cobertura de inverno (Aveia preta e Nabo) no período do inverno/20, a ocorrência de plantas espontâneas foi constatada somente 19 dias após a semeadura, com destaque para as espécies *G. coarctata,* que apresentou altos valores de IVIr, durante todo o período da permanência da cultura no campo, além das espécies *C. canadensis*, *R. brasiliensis* e *B. subalternans* (Figura 17).

No período de setembro/20 a março/21, a área permaneceu em pousio, sendo que devido à estiagem que afetou a região (setembro a outubro/20) houve a emergência somente de *C. canadensis*, porém em baixa frequência e densidade. Com o retorno das chuvas na região (final de outubro/21), foi observado a emergência de plantas daninhas provenientes da cultura anterior (*R. sativus*) nos meses de novembro e dezembro/20. A espécie *C. benghalensis* emergiu durante todo o período do pousio, enquanto que, a espécie *R. brasiliensis* emergiu somente nos meses de janeiro a março/21, sendo estes os meses mais quentes e chuvosos do período do verão. A espécie *E. heterophylla*, apesar da baixa frequência, apresentou altos índices de IVIr somente após o manejo realizado com o rolo-faca, que ocorreu em fevereiro/21. No final de março/21 foi semeada a cultura do Lab-lab em uma parte da área e em outra parte, milheto.

Durante o período do desenvolvimento do Lab-Lab/Milheto as espécies que apresentaram os maiores IVIr foram a *E. heterophylla* e *C. benghalensis*. Entretanto, a densidade e a frequência de emergência dessas espécies foram baixas em razão o período de estiagem que afetou não somente a emergência das plantas daninhas, mas também o desenvolvimento da cultura no campo.

A sobresemeadura do Mix Aduverd 1005 foi realizada em junho/21. As espécies que apresentaram os maiores IVIr foram *R. brasiliensis, C. canadensis, G. coarctata,* que emergiram em alta densidade no início do período de desenvolvimento da cultura no campo. Outra espécie que se destacou no início da emergência do Mix no campo foi *B. subalternans,* que apesar da baixa frequência, emergiu em alta densidade. Durante o desenvolvimento das culturas, a densidade de emergência das plantas daninhas foram diminuindo. No período de setembro/21, não ouve a emergência de nenhuma espécie de planta daninha devido ao regime de chuva extremamente irregular, o que prejudicou a emergência das plantas espontâneas (Figura 17).

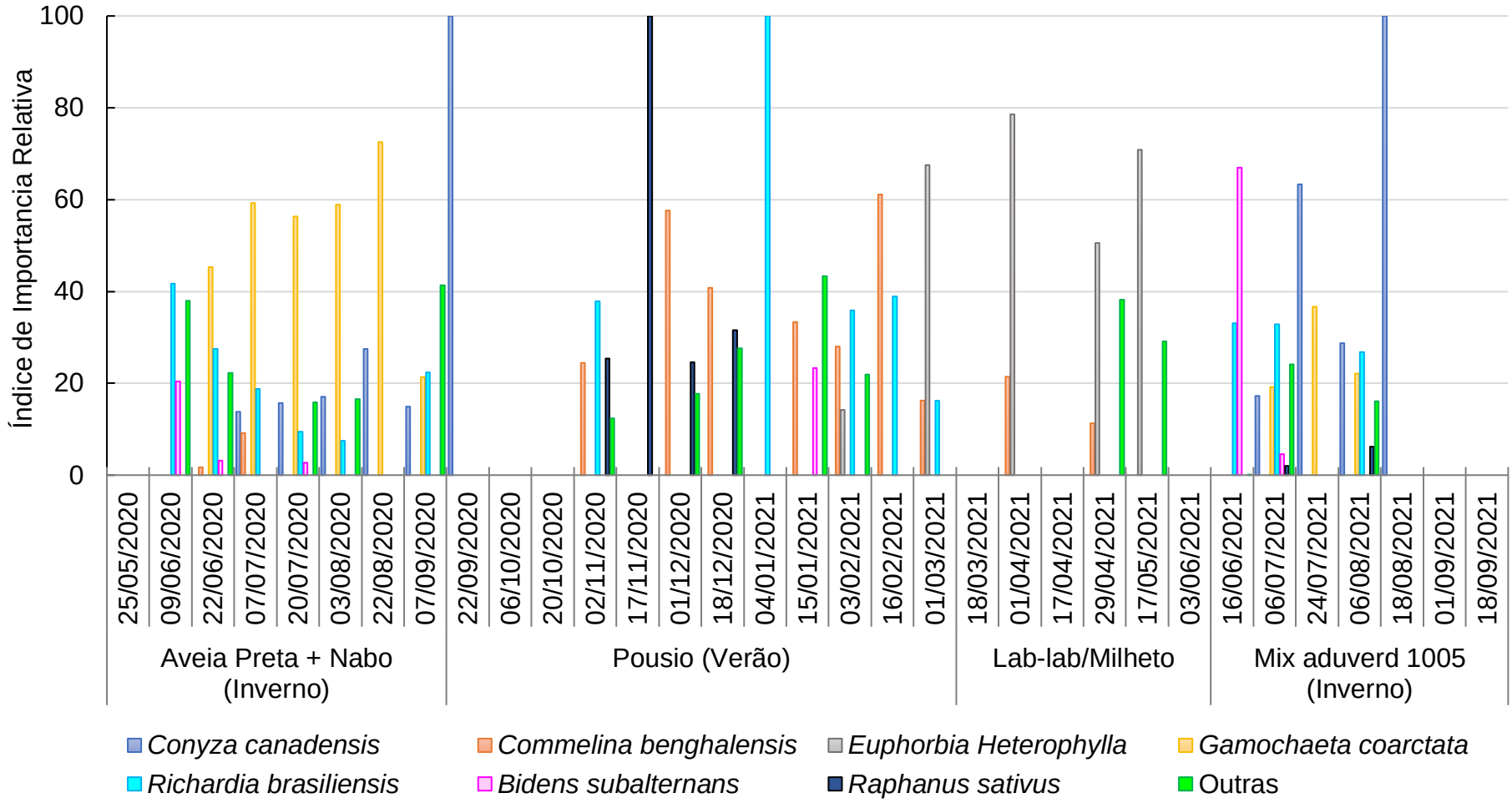

Figura 17. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de maio/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão E (Wohlleben) do CVT da Unioeste. Mix Aduverd 1005: Centeio, Ervilhaca, Aveia preta, Nabo forrageiro, Ervilha forrageira.

Uma das espécies que apresentou os maiores valores de importância relativa em todas as áreas pertencentes ao manejo agroecológico foi a *R. brasiliensis*, que emergiu no período do inverno e verão. Entre os pontos de coleta, os maiores valores de importância relativa foram observados nos pontos onde não havia a presença de cultura e no início ou final de permanência da cultura no campo para os pontos com a presença de cultura, indicando que a cobertura vegetal inibe a germinação de sementes e a presença de plantas daninhas.

A grande capacidade dessa espécie em se adaptar aos diversos sistemas de cultivos e germinar durante todo o período do ano pode estar ligada a biologia dessa espécie. Segundo Gallon et al. (2018), a *R. brasiliensis* requer temperaturas entre 15 a 30° C para que sua germinação ocorra. Entretanto, a luz é um fator limitante para sua germinação, podendo reduzir a sua germinabilidade em 90% na sua ausência. A ocorrência da espécie durante todo o período do ano (inverno e verão) pode estar relacionada também a dormência de sementes que essa espécie apresenta.

A *R. brasiliensis* é uma espécie que é frequente em quase todo território nacional, sendo considerada uma das principais espécies de plantas daninhas em áreas cultivadas milho (BULEGON et al., 2012), abacaxi (FERNANDES et al., 2021) e girassol (ADEGAS et al., 2010).

A espécie C. benghalensis apresentou os maiores valores de importância relativa culturas da soja (talhões B e D), milho (C) e pousio (E), emergindo em grande frequência e densidade no período do verão, nos pontos com e sem a presença de cultura. Entretanto, ocorreu baixa emergência dessa espécie no período do inverno.

A maior emergência da espécie no período do verão pode estar ligada a temperatura ótima para a germinação dessa espécie. De acordo com Dias et al. (2009), a maior germinação de sementes aéreas de *C. benghalensis* ocorreu na temperatura de 25°C. No entanto, outros estudos demonstraram diferenças entre a temperatura ideal da germinação entre diferentes tipos de sementes, tamanhos e localidades. Segundo Santos et al. (2001), as sementes aéreas pequenas dessa espécie germinaram melhor em temperaturas alternadas de 20-35 ºC, enquanto as sementes grandes germinaram melhor na temperatura de 25 ºC. No Cairo, a melhor germinabilidade de sementes aéreas ocorreu na temperatura de 30 °C, enquanto as sementes subterrâneas germinaram melhor em temperaturas entre 30 e 35 °C (SABILA et al., 2012). Uma população naturalizada na África do Sul apresentou a

melhor germinação entre 21 e 28° para as sementes subterrâneas e 18 a 25°C para sementes aéreas (FERREIRA; REINHARDT, 1999). Em relação a luz, Dias et al. (2009) obtiveram germinação tanto na luz quanto no escuro, sendo consideradas fotoblásticas neutras, razão pela qual a presença de cultura não influenciou a dinâmica de emergência dessa espécie.

A diferença da germinação em resposta à temperatura pode estar associada ao polimorfismo das sementes de *C. benghalensi,.* uma vez que a espécie pode produzir dois tipos de sementes, sendo as sementes aéreas, oriundas de flores alogâmicas, e subterrâneas, oriundas de flores cleistogâmicas. Tanto as sementes aéreas quanto as subterrâneas apresentam dois tamanhos. Cada um desses tipos de sementes germina melhor em uma determinada profundidade, luminosidade e temperatura, possibilitando a possibilidade de vários fluxos durante o ano (SANTOS et al., 2001).

A espécie *E. heterophylla* apresentou os maiores índices de importância relativa no entre o final do mês de fevereiro e o final do mês de maio, nos talhões A (milho safrinha), D e E (Lab-lab), sempre ocorrendo em maior importância relativa nos pontos sem a presença de cultura ou no início do desenvolvimento da cultura. A incidência dessa espécie nesse período pode ser devido as temperaturas médias acima dos 20°C, que podem ter favorecido a emergência dessa espécie.

De acordo com Brecke (1995), em sementes de *E. heterophylla* colhidas em dois anos, os autores contataram que as melhores temperaturas para a indução da germinação estavam entre as entre 30 e 35° C, tanto na presença como na ausência de luz. Entretanto, Bannon, Baker e Rogers (1978), ao realizar a germinação da mesma espécie durante dois anos consecutivos observaram que as sementes também apresentaram alta germinação em temperaturas alternadas de 25/35°C tanto na presença como na ausência de luz, assim como nas temperaturas de 10/35° C no escuro. Novamente, as diferentes condições de microclima podem ter afetado a planta de origem durante a formação ou maturação das sementes.

Outro fator que pode ter contribuído para a maior emergência dessa espécie pode ter sido o revolvimento do solo causado pela semeadura, gradagem ou o manejo de plantas daninhas através da capinadora, que pode ter descoberto sementes localizadas nas camadas mais profundas.

4.2.6 Sistema F

Nos pontos com a presença de cultura, durante o cultivo do Milho safrinha no período do inverno/20 (Figura 18), não ocorreu a emergência de plantas daninhas no início do desenvolvimento da cultura. A baixa emergência pode ser devido ao manejo químico realizado no início do desenvolvimento da cultura no campo, bem como pela ocorrência de longo período de estiagem.

Após o retorno das chuvas que ocorreu no final do mês de maio/20, constatou-se que apenas a espécie *S. oleraceus* foi a que apresentou o maior IVIr durante o desenvolvimento da cultura, entretanto, no final do ciclo da cultura também se destacou a espécie *S. arvensis*.

A emergência da planta daninha *S. oleraceus* pode ter sido favorecida devido as temperaturas médias que ocorreram nesse período, bem como a presença de luz, uma vez que devido ao período de estiagem, as plantas de milho se desenvolveram, não ocorrendo o completo fechamento das entrelinhas. De acordo com Chauhan, Gill, Preston (2006b) e Manalil, Ali, Chauhan, (2018) em populações coletadas na Austrália, as sementes de *S. oleraceus* germinaram em uma ampla faixa de temperaturas (10/20, 15/25 e 20/30° C noite/dia). No entanto, a presença de luz também estimulou a germinação dessa espécie, sendo que a espécie apresentou maior germinação quando as sementes em condições de luminosidade. As condições climáticas no período no inverno também favoreceram a emergência das espécies *S. arvensis*, *G. coarctata* e *C. leptophyllum*, que costumam ocorrer durante o período de inverno.

Essas espécies de plantas daninhas também ocorrem no Brasil, estando presentes em policultivos (ervilhaca forrageira (*Vicia sativa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), centeio (*Secale cereale*) e aveia preta (*Avena strigosa*) (RIGON et al., 2020), aveia preta, tremoço branco, (FAVARATO et al., 2014), aveia preta e azevém (LUSTOSA et al., 2016), não há estudos sobre os principais fatores que afetam sua germinação.

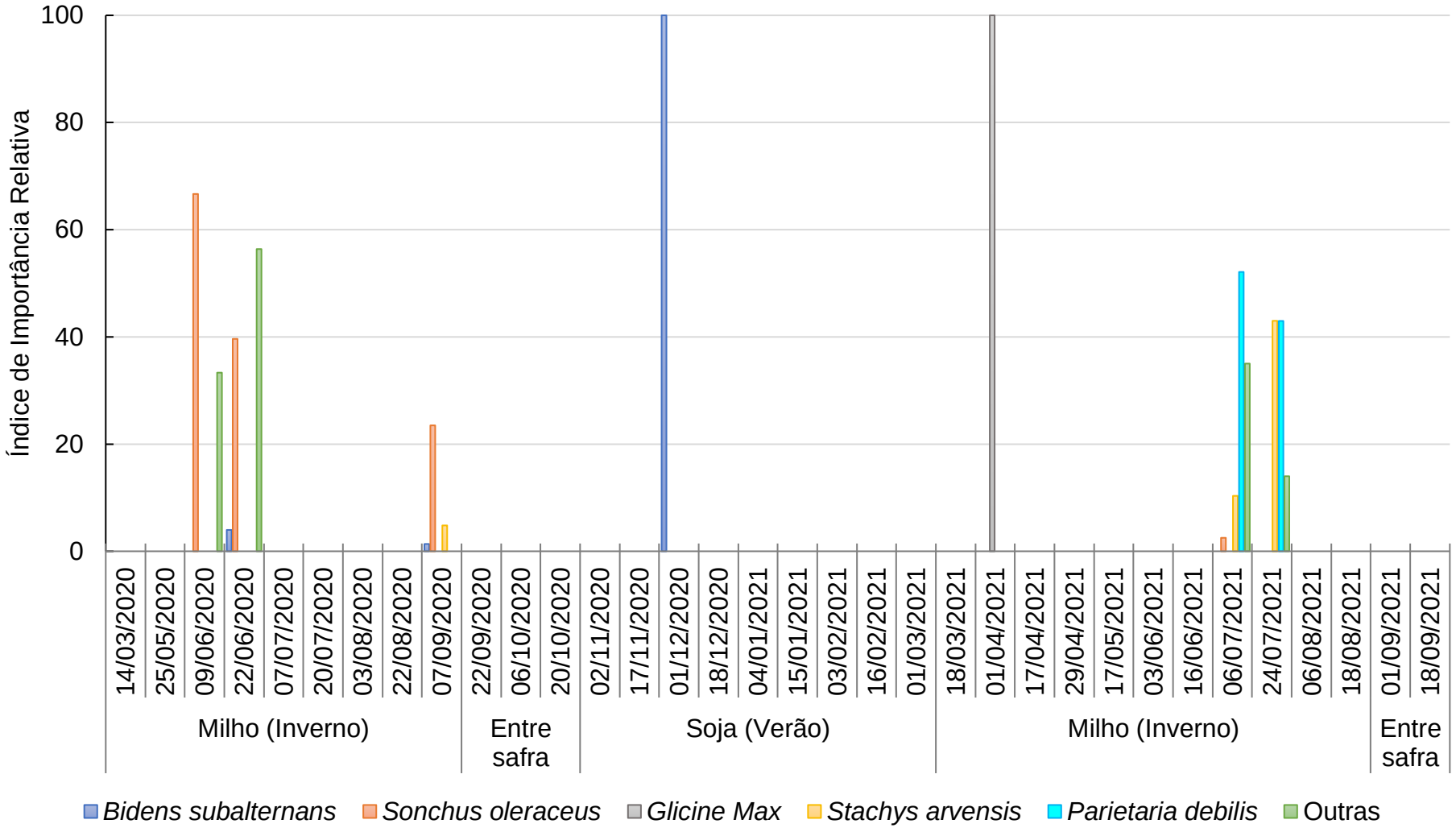

Figura 18. Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de março/20 a outubro/21 nos pontos com a presença de cultura no talhão F (Convencional).

No período da entressafra das culturas de milho e soja (setembro e outubro/20), devido à estiagem que afetou a região, não houve a emergência de plantas daninhas. No final de outubro/20 foi instalada a cultura da soja na safra de verão. Durante todo o ciclo da cultura, houve somente a emergência de *B. subalternans*, que ocorreu 36 dias após a semeadura da soja. O manejo químico impediu a germinação de plantas daninhas nessa área, reduzindo a diversidade de espécies presentes.

No final de março/21 foi semeada a cultura do milho safrinha. No início da emergência da cultura havia apenas plantas voluntárias da cultura anterior (*G. max*). Nos meses de abril e maio/21 não correu a emergência de nenhuma espécie. Com o retorno das chuvas em junho/21, as espécies com maior valor de IVIr foram *S. oleraceus*, *S. arvensis* e *P. debilis*. No período de agosto e setembro/21 o regime de chuva foi extremamente irregular o que prejudicou a emergência das plantas espontâneas e da cultura novamente.

Nos pontos sem a presença de cultura, durante o cultivo do Milho safrinha no período do inverno/20 (Figura 19), não ocorreu a emergência de plantas daninhas no início do desenvolvimento da cultura. A baixa emergência pode ser devido ao manejo químico realizado no início do desenvolvimento da cultura no campo, bem como pela ocorrência de longo período de estiagem.

Após o retorno das chuvas que ocorreu no final do mês de maio/20, constatou-se que as espécies *P. debilis, G. coarctata, C. canadensis, S. arvensis, C. leptophyllum*, *L. sibiricus* e *B. subalternans* foram as que apresentaram os maiores IVIr, emergindo durante o restante do ciclo da cultura no campo.

No período da entressafra das culturas de milho e soja (setembro e outubro/20), não houve a emergência de plantas daninhas. No final de outubro/20 foi instalada a cultura da soja na safra de verão. Durante todo o ciclo da cultura, houve somente a emergência de *B. subalternans*, que ocorreu 36 dias após a semeadura da soja. O manejo químico impediu a germinação de plantas daninhas nessa área, reduzindo a diversidade de espécies presentes. Quando a cultura se encontrava no período de maturação, ouve a emergência de *L. sibiricus* e *P. debilis.* Embora não haja na literatura estudos sobre o padrão de emergência da espécie *P. debilis,* assim como os principais fatores que afetam a sua germinação, é sabido que essa espécie

emerge entre o início do outono (março) até o final da primavera (novembro) em campos argentinos (PURICELLI; PAPA, 2006).

No final de março/21 foi semeada a cultura do milho safrinha. No início da emergência da cultura havia apenas plantas voluntárias da cultura anterior (*G. max*). Nos meses de abril e maio/21 não correu a emergência de nenhuma espécie devido a um longo período de estiagem. Com o retorno das chuvas em junho/21, as espécies com maior valor de IVIr foram *P*. *debilis, C*. *canadensis e S*. *arvensis,* sendo que essas espécies apresentaram alta densidade de emergência. No período de agosto e setembro/21 o regime de chuva foi extremamente irregular o que prejudicou a emergência das plantas espontâneas e da cultura novamente.

A espécie *C. canadensis* esteve presente em maior importância relativa nos manejos A, E e F (convencional), nos pontos sem a presença de cultura. Essa espécie apresentou germinação somente no período do inverno, onde as temperaturas médias durante esse período se encontravam mais amenas. Por ser considerada uma planta daninha de inverno, requer temperaturas amenas para que sua germinação ocorra. De acordo com Yamashita e Guimarães (2011) e Ottavini et al. (2019), a melhor temperatura para a ocorrência da germinação dessa espécie está entre 20 e 25°C.

Outra espécie que apresentou grande importância relativa em alguns manejos agroecológico e no manejo convencional foi a espécie *B. subalternans.* No geral, a maior emergência dessa espécie ocorreu no início do desenvolvimento das culturas, no período de maturação ou no período das entressafras, provavelmente devido a maior incidência de luminosidade, que é um dos principais requisitos para a ocorrência da sua germinação.

Outro aspecto observado é que a espécie emergiu durante o período do inverno e do verão. De acordo com Pamplona et al. (2020) também as sementes de *B. subalternans*, encubadas sob temperaturas alternadas de 15/20, 20/25 e 25/30 e 30/35°C apresentaram elevadas taxas de germinação demonstrando que a espécie apresenta germinação sobre uma ampla faixa de temperaturas o que permite sua colonização em uma maior diversidade de habitats, facilitando sua dispersão.

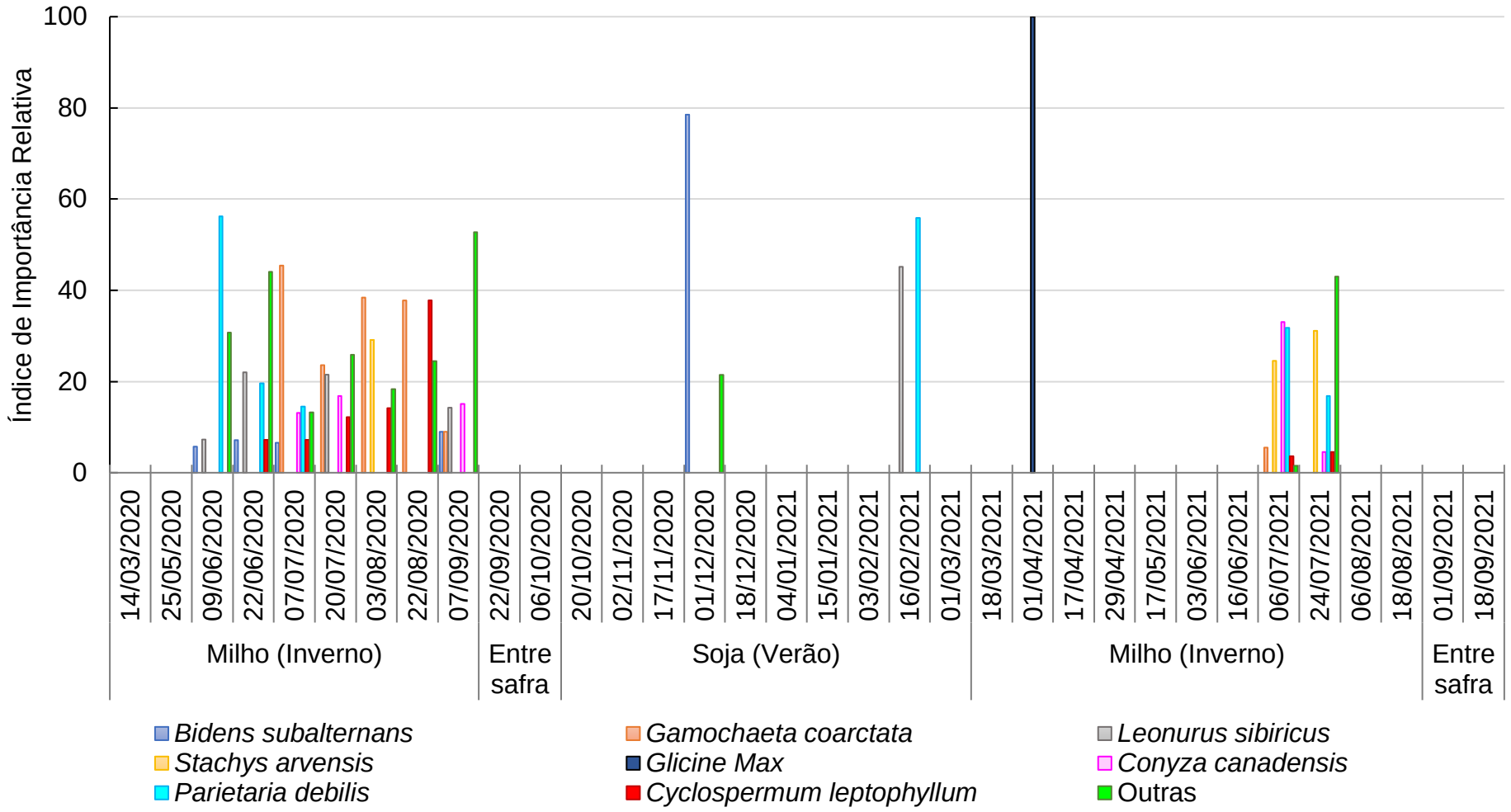

Figura 19: Índice de Valor de Importância Relativa das principais espécies das plantas espontâneas encontradas no período de março/20 a outubro/21 nos pontos sem a presença de cultura no talhão F (Convencional).

Na Figura 20, encontram-se a densidade acumulada de plantas emergidas por coleta, nas diferentes áreas de manejo no período do início do inverno de 2020 até a o final do inverno de 2021.

De maneira geral, podemos constatar que as maiores densidades de plantas daninhas emergidas ocorreram no início do período do desenvolvimento das culturas, em todas as áreas de manejo. A maior frequência das precipitações no início das semeaduras, as temperaturas adequadas para germinação-emergência de diferentes espécies de plantas daninhas, o revolvimento do solo durante a semeadura, a exposição de solo no momento da semeadura e a maior incidência da luz solar sobre o solo podem explicar a maior emergência das plantas daninhas no início dos cultivos.

A maior concentração de sementes na superfície do solo devido á semeadura direta facilita a germinação, assim como a homogeneidade de emergência de plântulas. De acordo com Carmona (1992), as sementes de plantas daninhas nas camadas superficiais do solo estão mais sujeitas a maior variação de temperatura e umidade, auxiliando na quebra de dormência e iniciando o processo de germinação.

Foi possível constatar também que nos pontos sem a presença de cultura apresentaram as maiores densidades de emergência de plantas daninhas comparado aos pontos sem a presença de cultura. Segundo Castro et al. (2011), a presença de algum tipo de cobertura sobre o solo diminui a densidade de emergência de plantas daninhas.

Durante o seu crescimento e desenvolvimento, as plantas cultivadas acabam formando uma barreira física sobre as plantas daninhas, que pode influenciar nas amplitudes térmicas e hídricas do solo e na quantidade de luz que chega ao solo, podendo afetar a dormência e, consequentemente, a germinação de diversas espécies de plantas daninhas. Além disso, ocorre a competição entre as plantas pela água, luz e nutrientes, que são necessários ao seu desenvolvimento (FAVERO et al., 2001; ERASMO et al., 2004; TIMOSSI; HENCHEN; LIMA, 2021). Outro fator que afeta a germinação e o crescimento inicial de plantas daninhas são a presença de substâncias alelopáticas liberadas pelas plantas cultivadas, que podem atuar diretamente e/ou indiretamente sobre as plantas daninhas, causando a diminuição da germinação e do desenvolvimento inicial das mesmas (RICE, 1984; FERREIRA; AQUILA, 2000, CASTRO, 2011)

Durante o período do inverno/20, podemos verificar que, a maior densidade de plantas daninhas emergidas ocorreram nos meses de junho e julho, devido as

frequentes precipitações que ocorreram nesse período bem como a temperatura média do solo, que esteve na faixa dos 17 a 20 °C, favorecendo a germinação de uma ampla variedade de plantas daninhas de inverno. Com o decorrer do desenvolvimento das culturas, ocorreu a diminuição da emergência de plantas daninhas, devido a diminuição da frequência das chuvas, a competição entre as plantas daninhas e as culturas, ao sombreamento do solo, inibindo a germinação das plantas fotoblásticas positivas assim como os efeitos alelopáticos que são liberados pelas culturas, inibindo a emergência de plantas daninhas.

Os manejos agroecológicos C e E foram os que apresentaram as maiores densidades durante o inverno/20. Nesse período, o manejo agroecológico C foi cultivado com um Mix (Aveia, Centeio, Nabo e Ervilha), que apresentou desenvolvimento lento, permitindo que o solo permanecesse exposto por um maior período. Além disso, a palhada no solo resultante da cultura anterior apresentou rápida decomposição, favorecendo a germinação *B. subalternans*, *L. sibiricus*, *R. brasiliensis*, *A. tenella* (Figura 12). Em contrapartida, o manejo E apresentou rápido desenvolvimento de Mix (aveia preta e nabo forrageiro), e grande cobertura do solo oriunda da palhada do cultivo anterior (milheto), expondo o solo por menor tempo. Possivelmente, as espécies presentes nesse talhão se adaptaram as condições de clima, solo e manejo adotado.

Durante o período do verão 20/21, foi possível observar a ocorrência da emergência de plantas daninhas em todo o período do cultivo, que ocorreu devido a maior frequência de precipitações durante toda safra e as temperaturas mais elevadas. Os talhões que apresentaram as maiores densidades de plantas emergidas foram os manejos agroecológicos B, C e D. Nos manejos agroecológicos C e D, as espécies que apresentaram as maiores densidades foram as plantas voluntárias da cultura anterior (*Cecale cereale* e *Raphanus sativus*). Já no manejo B, a espécie que apresentou maior densidade de emergência foi *Amaranthus spp*., que emergiu após o controle mecânico através da capinadora.

A perturbação no solo causada pelos manejos pode trazer as sementes para as camadas mais superficiais, expondo elas a condições de umidade, temperatura e luminosidade mais favoráveis para a sua emergência (GUNDY, 2003). Além disso, o rompimento do solo causado pela capina mecânica gera maior infiltração de água e aeração, favorecendo a germinação das sementes.

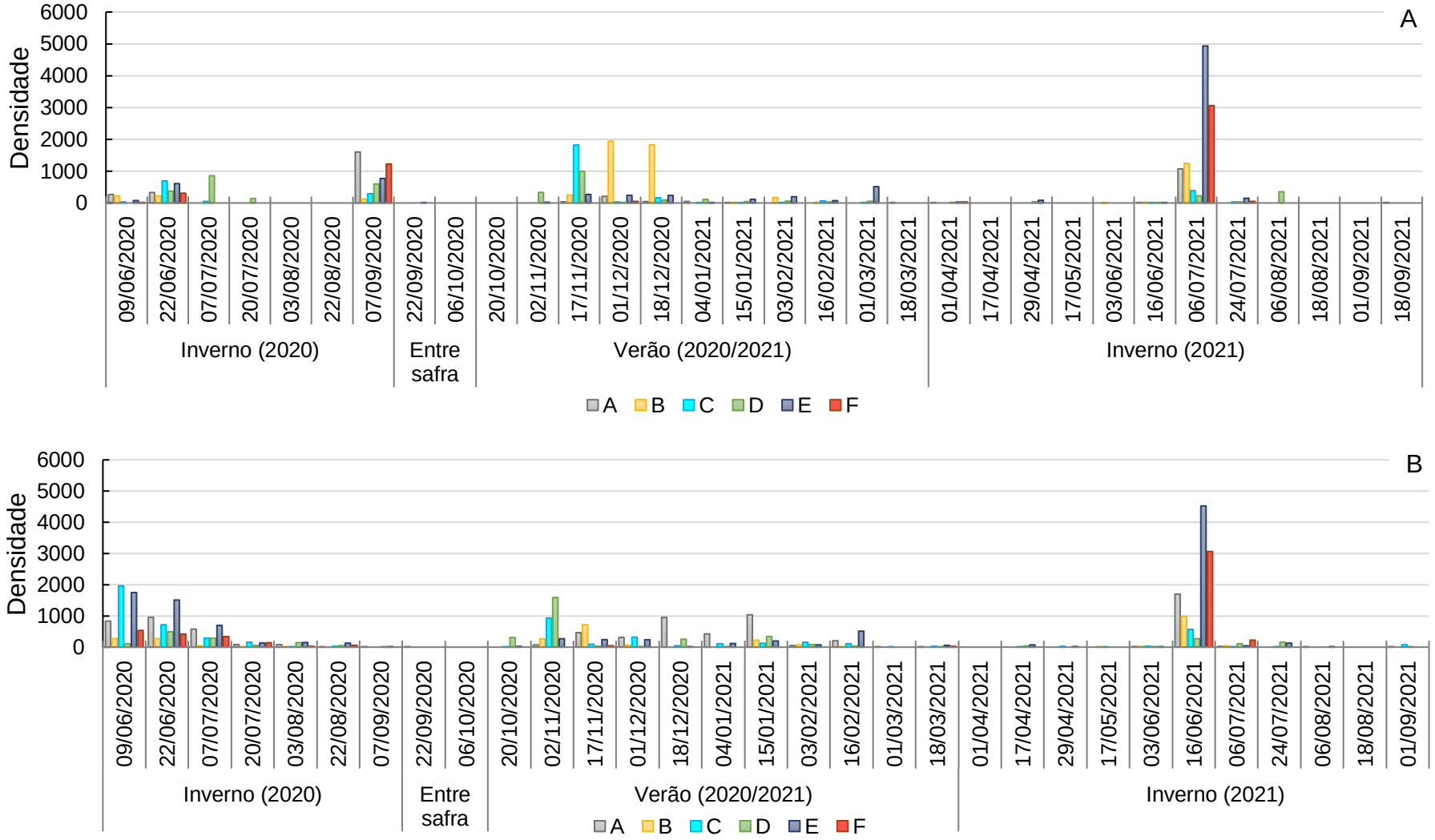

Figura 20. Densidade de plantas daninhas, por coleta, encontradas no período 2020/21 em cada época de avaliação (cultivos) das áreas em sistemas agroecológico e convencional nos pontos com (A) e sem (B) a presença de cultura. Talhões agroecológicos: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).

Entre os meses março/junho de 2021, quase não houve a emergência de plantas daninhas, devido as escassas chuvas durante esse período, que, além de impossibilitar a germinação das plantas daninhas, prejudicou o desenvolvimento das culturas a campo. No mês de junho e julho, novamente houve o retorno da emergência das plantas daninhas. Apesar desse período apresentar algumas condições desfavoráveis para a emergência de plantas daninhas como dias com menor intensidade de luz solar, temperaturas amenas (entre 16 a 19 °C) e menor fotoperíodo, houve uma grande densidade de emergência, que pode ter ocorrido devido as quantidades de chuvas acumuladas, fornecendo condições favoráveis para os fluxos de emergência de plantas daninhas.

Os talhões em que ocorreram as maiores densidades de emergência de plantas daninhas foram os manejos agroecológicos E e o manejo convencional (F). Um dos fatores que pode ter contribuído para a maior densidade de emergência de plantas daninhas no manejo E pode ser o período de pousio, que pode ter enriquecido o banco de sementes no solo. Já para o manejo F (convencional), além da baixa quantidade de palhada no solo e a baixa estatura das plantas de milho podem ter contribuído para a maior densidade de plantas daninhas nessa área.

Na Figura 21, encontra-se a densidade acumulada do total de plantas daninhas encontradas no período 2020/21 em cada época de avaliação (cultivos) das áreas em sistemas agroecológico e convencional nos pontos com a presença de cultura.

Através desses dados, é possível contatar que o manejo agroecológico B apresentou maior número de plantas emergidas nos pontos com a presença de cultura. Nesse talhão, ocorreu uma grande pressão da população inicial de plantas daninhas no período de verão 20/21, podendo ter contribuído para o maior número de densidade acumulada. As espécies que apresentaram as maiores densidades de emergência nesse período foram *Amaranthus spp*. e *C. benghalensis,* que possivelmente estão mais adaptadas ao manejo. Entretanto, no manejo D e F o número de plantas emergidas foi semelhante entre os pontos com e sem a presença de cultura, que pode ter ocorrido em razão da demora do fechamento das entrelinhas da cultura no início do cultivo do inverno/20, e as falhas na culturais na cultura da soja (verão 20/21), ocasionada pelo controle através da capinadora mecânica e manual. De acordo com Rigon et al. (2020), o menor crescimento da cultura pode limitar a sua capacidade de competir e suprimir o crescimento das plantas daninhas, devido a

grande capacidade das plantas daninhas para o crescimento e estabelecimento em ambientes adversos. Já para o manejo F, o uso do controle de herbicidas pode ter suprimido a emergência das plantas daninhas.

Nos talhões com sistemas agroecológicos A, C e E, foi constatado a menor emergência nos pontos com a presença de cultura. Nestes sistemas agroecológicos (A, C e E) sempre em algum momento do período foi utilizado plantas de cobertura em rotação, que auxiliaram na supressão da emergência na presença de cultura. Segundo Oliveira et al. (2018), as práticas culturais apresentam grande influência sobre a dinâmica de emergência do banco de sementes (composição e densidade) além de regular o desenvolvimento das comunidades de plantas espontâneas. A quantidade de sementes contidas no banco de sementes do solo pode diminuir quando utilizado a rotação de culturas, ou o cultivo de culturas apropriadas (Borguzas et al., 2004; Teasdale et al. 2004).

A densidade acumulada total das plantas daninhas obtida no talhão com o sistema agroecológico E apresentou os maiores valores em comparação aos obtido no talhão de manejo convencional (F) e os demais manejos agroecológicos (A, B, C, D). A falta de cobertura no solo durante o período de pousio pode ter contribuído para a maior emergência de plantas daninhas nesse período. Além disso, houve uma alta pressão de emergência no período inicial no inverno/21, devido ao enriquecimento do banco de sementes em razão do pousio. De acordo com Castro et al. (2011), o livre crescimento das plantas daninhas, sem nenhuma competição, eleva a quantidade do banco de sementes e sua reinfestação no próximo cultivo, aumentando a quantidade de espécies e a agressividade de manifestação.

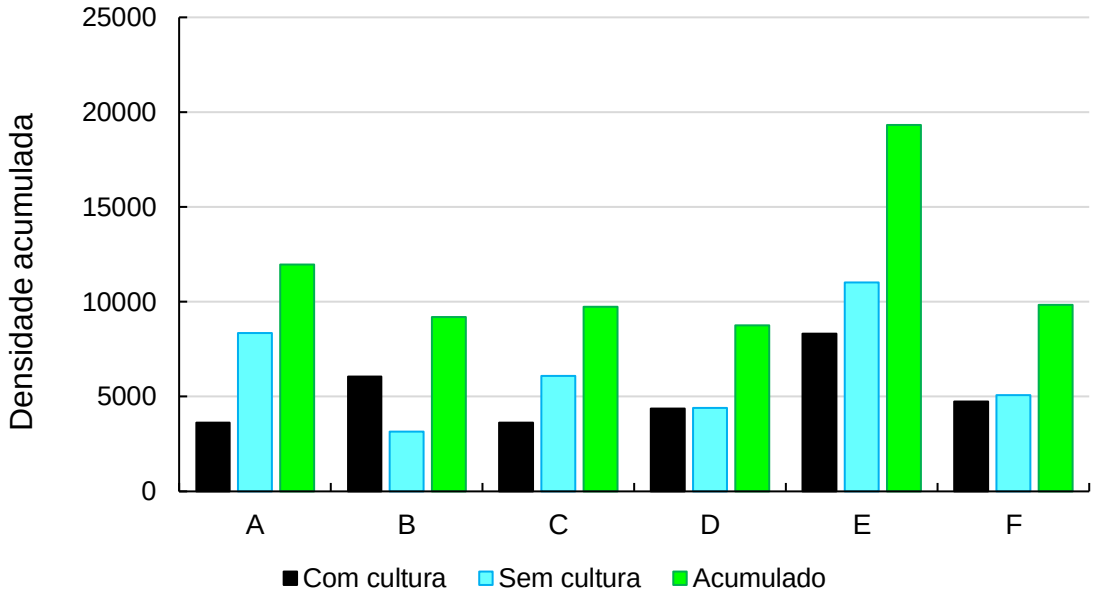

Figura 21. Densidade acumulada do total de plantas daninhas encontradas no período 2020/21 em cada época de avaliação (cultivos) das áreas em sistemas agroecológico e convencional nos pontos com e sem a presença de cultura. Talhões agroecológicos: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).

Assim, de modo geral, a utilização de rotação de culturas aliado ao uso de plantas de cobertura e de métodos de controle alternativos representam estratégias importantes na supressão da emergência do banco de sementes e consequentemente, no manejo sustentável das plantas espontâneas sem o uso de herbicidas.

4.3 SIMILARIDADE

Os índices de similaridade florística (IS) obtidos entre os talhões agroecológicos e convencional estão expressos na Tabela 9 e 10. Esse índice compara a composição florística entre duas áreas distintas e apresenta valores que variam de 0 a 1, sendo o valor máximo quando todas as espécies são comuns às duas áreas e o valor mínimo quando não há espécies comuns.

De acordo com Kent e Coker (1992), os valores iguais ou maiores a 0,5 indicam alta similaridade. Desse modo, observou-se que houve alta similaridade entre todos os manejos realizados nos sistemas agroecológicos e convencional, entre os pontos com e sem a presença de cultura.

A ocorrência de alta similaridade da comunidade infestante entre as áreas agroecológicas e convencional pode ser devido provavelmente à semelhança dos manejos realizados nos talhões agroecológicos, bem como do pouco tempo de conversão do sistema convencional para o orgânico, não permitindo uma clara percepção alteração florística da comunidade infestante. Contudo, verificou-se nos talhões com sistemas agroecológicos C e D, onde foram utilizados Mix de plantas de cobertura no inverno que houve maior dissimilaridade (< 0,54) entre a comunidade presente no talhão convencional (F) em comparação aos índices obtidos nos demais talhões.

De modo prático, o acompanhamento da alteração da composição florística da comunidade infestantes pode indicar a seleção de espécies mais problemáticas de acordo com o tipo de manejo adotado, bem como estimar o tempo que necessário para ocorrer alteração da composição florística da comunidade infestantes.

De modo geral, foi possível observar também que a espécie *P. debilis* esteve presente somente no manejo convencional, indicando que o manejo realizado na área assim como o uso contínuo do herbicida glifosato pode estar selecionando biótipos resistentes (PURICELLI; TUESCA 2005).

As espécies *A. tenella, C. leptophyllum*, *C. canadensis*, *B. subalternans*, *G. parviflora*, *G. coarctata*, *S. oleraceus*, *R. sativus*, *C. benghalensis*, *L. sibiricus*, *S. arvensis*, *Sida spp*., *R. brasiliensis* estiveram presentes em todas as áreas de manejos agroecológicos e convencional, enquanto as espécies *Amaranthus Spp*., *B. incana*, *A. hispidum*, *P. hysterophorus*, *T. procumbens*, *P. ruderale*, *C. didymus*, *R. Raphanistrum*, *I. triloba*, *C. hyssopifolia*, *E. prostrata*, *M. sobolifera*, *C. echinatus*, *E. indica*, *P. maximum*, *S. halepense* não emergiram na área de manejo convencional, demostrando adaptação ao sistema sem uso de herbicida. A agricultura agroecológica se caracteriza pelo manejo físico e mecânico de plantas espontâneas e a ausência do manejo químico. Dessa forma, as populações de plantas infestantes estabelecidas no manejo convencional foram suprimidas pelo controle químico.

De modo geral, os herbicidas, quando utilizados por vários anos, podem permitir que certas espécies sejam selecionadas ou se adaptem ao sistema de cultivo. De acordo com Monquero e Christoffoleti (2003), o uso repetitivo do glifosato modificou a composição de plantas daninhas do banco de sementes, levando à predominância de espécies tolerantes, como *C. benghalensis*, *I. grandifolia* e *R. brasiliensis.* Teixeira Junior et al. (2020) constataram que o uso do herbicida glifosato,

no cultivo do feijão-caupi favoreceu o surgimento das espécies *D. insularis* e *H. repense* .

As espécies *P. hysterophorus* e *C. hyssopifolia* estiveram presentes somente na área do manejo agroecológico, enquanto espécies *C. hyssopifolia* e *Sorghum halepense* estiveram presentes apenas no manejo A e D, respectivamente, demonstrando que, de alguma forma, o manejo realizado favoreceu a adaptação dessas espécies nessas áreas.

Segundo Pitelli e Durigan (2001) as plantas daninhas podem ser classificadas em plantas tolerantes ao estresse, por apresentar lento crescimento e maximizar a extração de nutrientes e água em favor da sua sobrevivência, sendo adaptadas a ambientes pouco férteis; plantas competidoras, por apresentarem rápido crescimento, sendo adaptadas a ambientes pouco perturbados e, plantas ruderais, que investem na reprodução com ciclos rápidos, sendo mais adaptadas em ambientes férteis. Esse comportamento diferenciado que as plantas daninhas desenvolveram durante suas adaptações demonstram que os manejos podem ser seletivos á determinadas espécies em função de suas características evolutivas (RINGON et al., 2020).

Ao observar os resultados, é possível sugerir que as rotações podem exercer uma pressão de seleção, favorecendo as espécies de plantas infestantes que estão adaptadas às práticas de manejo rotacional e reduzindo o número de indivíduos e espécies não adaptadas.

Tabela 9. Índice de similaridade florística da comunidade de plantas espontâneas dos diferentes talhões com sistemas agroecológico e convencional considerando todo o período de avaliação (2020-2021),nos pontos com a presença de cultura.

Talhões	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
A	1,00					
B	0,80	1,00				
C	0,68	0,70	1,00			
D	0,69	0,71	0,65	1,00		
E	0,63	0,65	0,60	0,65	1,00	
F	0,61	0,50	0,51	0,56	0,69	1,00

Talhões agroecológicos: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).

Tabela 10. Índice de similaridade florística da comunidade de plantas espontâneas dos diferentes talhões com sistemas agroecológico e convencional considerando todo o período de avaliação (2020-2021),nos pontos sem a presença de cultura.

Talhão	A	B	C	D	E	F
A	1,00					
B	0,76	1,00				
C	0,71	0,83	1,00			
D	0,68	0,73	0,63	1,00		
E	0,60	0,63	0,59	0,65	1,00	
F	0,61	0,65	0,65	0,57	0,67	1,00

Talhões agroecológicos: A (Primavesi), B (Kathounian), C (Costabeber), D (Hahnemann), E (Wohleben) e talhão convencional (F).

4.4 COBERTURA DE PALHA SOBRE O SOLO E PRODUTIVIDADE

Na Figura 22, encontram-se o total de cobertura de palha (t ha^{-1}) nos talhões durante o monitoramento da emergência de plantas daninhas. De maneira geral, podemos verificar que ouve diferenças na quantidade de palhada produzida, entre as espécies e os manejos adotados.

No início do período do inverno de 2020, a quantidade de palhada nos talhões variou entre 4640 á 6710 Kg ha^{-1}. O manejo que apresentou a maior quantidade de cobertura sobre o solo foi manejo agroecológico E, com a palhada de milheto, num total de á 6710 Kg ha^{-1}. No decorrer do período do inverno/20, a palhada gradativamente foi de decompondo.

É possível notar também que nos manejos agroecológicos que havia palhada resultante do Lab-lab (A, B e C), apresentaram o processo de decomposição mais rápida. De acordo com Cardoso, e Andreote (2016) a velocidade de decomposição da fitomassa formada pela adubação verde depende dos teores de lignina ou compostos fenólicos presentes na palhada, sendo que baixos teores de lignina e compostos fenólicos aliados altos teores de materiais solúveis e de nitrogênio favorecem a decomposição mais rápida do material. O processo pode ser influenciado ainda pela umidade e temperatura

Após o término do período do inverno/20, os manejos agroecológicos C e E apresentaram as maiores quantidades de cobertura sobre o solo (entre 6 a 7 t ha^{-1}) em relação as demais áreas, devido a associação de plantas de cobertura que foi

cultivado durante o período do inverno. No período do verão de 2020/2021, nos talhões que foram cultivado anteriormente com Trigo, Aveia e Milho, a decomposição da cobertura do solo foi maior em relação as áreas cultivadas com o mix de plantas de cobertura de inverno, provavelmente em razão de altas temperaturas, e o elevado índice pluviométrico aliado ao menor tamanho de palha devido a trituração da biomassa no momento da colheita, facilitando a sua decomposição.

Após a colheita do verão 20/21, os manejos agroecológicos B, C, D E e o manejo convencional (F) apresentaram novamente um aumento da biomassa sobre o solo, que foi entre 6640, 6240, 7120 e 7280 Kg ha^{-1} respectivamente.

O manejo A apresentou baixos acréscimos de palhada. A distribuição da cobertura sobre o solo nessa área foi desigual devido a trilhagem do feijão, concentrando a palhada em pontos específicos. Além disso, a gradagem que ocorreu após na área enterrou a palhada restante no solo, deixando o solo totalmente descoberto. Novamente observa-se que no decorrer dos meses, a quantidade da cobertura sobre o solo foi diminuindo, devido a decomposição.

De modo geral, foi possível observar que, o mix de plantas de cobertura proporcionaram a cobertura do solo por maior tempo, refletindo na menor densidade de emergência. Apesar da cultura da soja produzir grande volume de palhada inicial, sua decomposição foi rápida, permitindo a emergência de plantas daninhas. A baixa cobertura sobre o solo, juntamente com o período de pousio podem aumentar o fluxo de emergência das plantas daninhas.

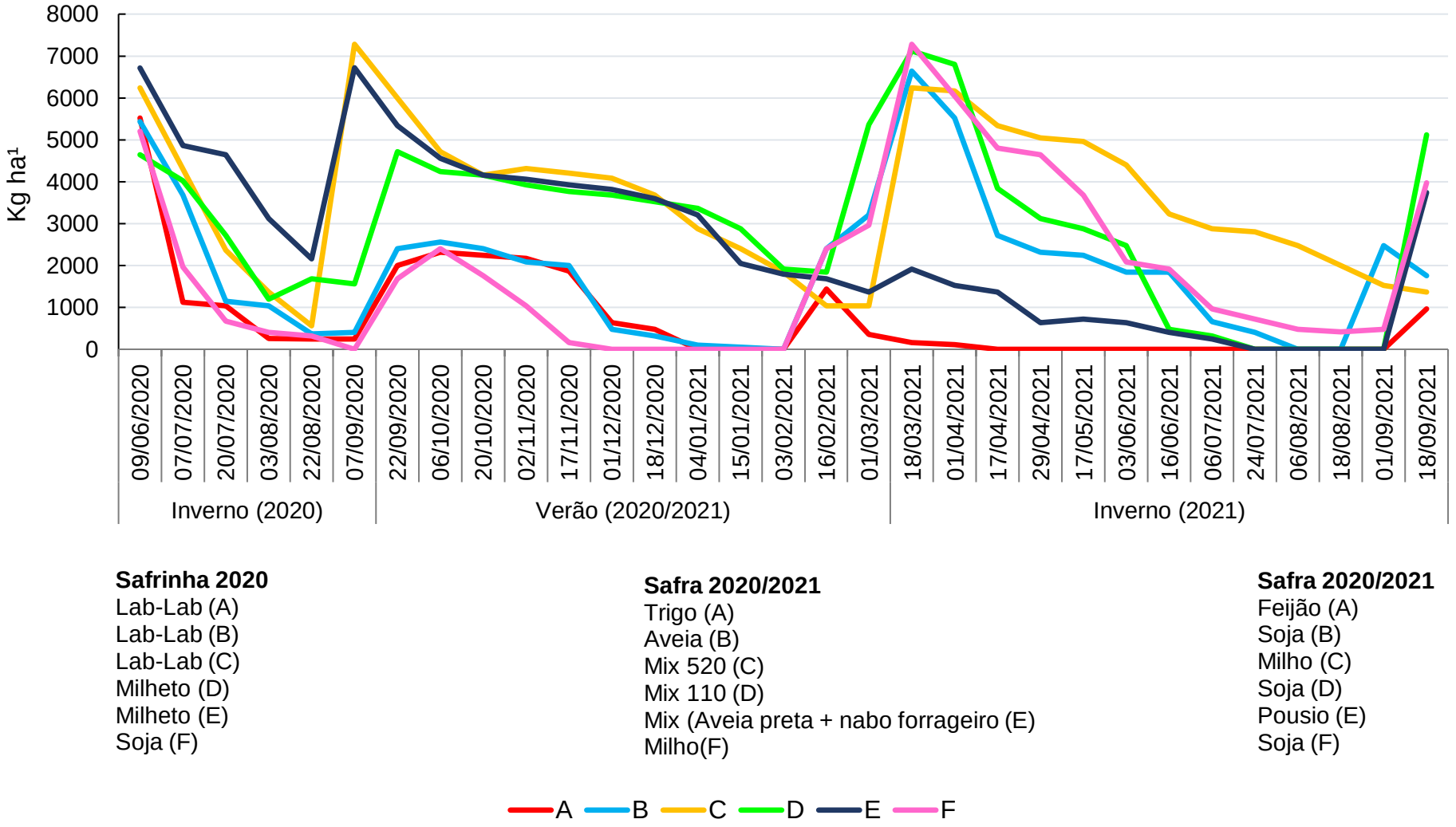

Figura 22. Total de cobertura de palha sobre o solo (t ha-1) na área durante o monitoramento da emergência de plantas daninhas no período de no período de maio de 2020 á outubro de 2021, em Entre Rios do Oeste/PR.

Na Tabela 11 são apresentados os resultados médios para a produtividade das culturas nas 3 safras cultivadas.

Tabela 11. Média de produtividade do Inverno/2020, Verão 2020/2021 e Inverno/2021.

Talhão	Cultura	Produtividade (Kg ha¹)
A	Trigo	2170
B	Aveia branca	1325
C	Mix 110	-
D	Mix 520	-
E	Aveia+Nabo	-
F	Milho	710
Área	Cultura	Produtividade (Kg ha¹)
A	Feijão	1060
B	Soja	3025
C	Milho	8900
D	Soja	3270
E	Pousio	-
F	Soja	3640
Área	Cultura	Produtividade (Kg ha¹)
A	-	-
B	Milho	1420
C	Trigo	2664
D	Mix 1005	-
E	Mix 1005	-
F	Milho	4270

No período da safrinha de 2020, a produtividade média do trigo foi de 2170 Kg ha^{-1}, e da aveia foi de 1325 Kg ha^{-1}. Segundo dados da Conab (2022), a produtividade média do trigo para o estado do paraná em 2020 foi de 2663 Kg ha^{-1}, enquanto da cultura da aveia foi de 1987 Kg ha^{-1}, o que representa 19 e 33% a mais do que a obtida em Entre Rios do Oeste.

Apesar da produtividade do trigo e aveia agroecológicos em Entre Rios do Oeste ser menor que a média para o estado, o cultivo agroecológico pode ser altamente produtivo. Segundo Santos et al. (2015), o cultivo do trigo orgânico na região de Planaltina, Distrito Federal alcançou a média de 3900 Kg ha^{-1} nos anos de 2013 e 2014, se mostrando altamente eficiente e produtivo. Os autores destacam ainda a importância do uso de cultivares adaptadas aliados às práticas agroecológicas. Para a produção de aveia no sistema agroecológico para a produção

de grãos, não há relatos na literatura, ressaltando a importância de pesquisas que colaborem e sirvam como norte para que os produtores possam selecionar cultivares mais adaptadas e produtivas, bem como, compartilhar e conhecimentos sobre o tipo de manejo.

A produtividade do milho safrinha no ano de 2021 no talhão F (convencional) foi de 710 Kg ha^{-1}, o que representou a redução de 72% da média produtividade do milho no estado do Paraná, que foi de foi de 2591 Kg ha^{-1}. A baixa produtividade no milho safrinha pode ser justificada pela seca que ocorreu no início do período, vegetativo, prejudicando o desenvolvimento vegetativo da planta, assim as geadas que ocorreram no inverno no momento do florescimento, diminuindo a área foliar da planta.

Durante o período vegetativo, o déficit hídrico reduz o crescimento do milho em função da diminuição da área foliar e da biomassa. Porém, quando o déficit hídrico ocorre no período crítico, (pré-floração ao início do enchimento de grãos) a recuperação da capacidade produtiva da cultura não ocorre de forma satisfatória, uma vez que os eventos reprodutivos são muito mais rápidos do que os verificados durante o crescimento vegetativo. Nessa etapa fenológica, o milho é extremamente sensível ao deficit hídrico, em decorrência dos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos (BERGAMASCHI et al., 2006).

No período do verão, a produtividade média do feijão foi de 1060 Kg ha^{-1}. A produtividade média do estado do Paraná, segundo dados da Conab (2022), foi 2011 Kg ha^{-1}, indicando uma redução de 50% na produtividade. Vários fatores contribuíram para a diminuição da produtividade na cultura do feijão, como a semeadura tardia, o ataque de ácaros no momento reprodutivo causando o abortamento das vagens assim como a elevada precipitação no momento da colheita, que atrasou e prolongou o período da colheita, resultando em grandes perdas materiais.

A produtividade média da soja nos talhões B, D e F foram de 3025, 3270 e 3640 Kg ha^{-1}, respectivamente. A produção média no paraná da safra 2020/2021, segundo a Conab (2022), foi de 3535 Kg ha^{-1}, indicando que a soja no manejo tradicional produziu mais que a média do estado. A produtividade das áreas de manejo agroecológico também ficou próxima da média para o estado, porém, ela foi maior que as produtividades relatadas na literatura para a soja orgânica. Ball et al. (2019) estudando diferentes manejos de plantas espontâneas em dois anos de cultivo de soja

orgânica obteve uma produtividade média de 2.400 kg ha^{-1}, que também foi observada por Sujii et al. (2002) no cultivo de soja orgânica no Distrito Federal, cuja produtividade média foi de 2.100 kg ha^{-1}.

Ainda durante o período da safra de verão, a produtividade média do milho foi de 8900 Kg ha^{-1}, acima da média produzida pelo estado, que foi de 8373 Kg ha^{-1}. A alta produtividade do milho em manejo agroecológico também foi observada por Hanisch et al. (2012), em um sistema de produção com base agroecológica com diferentes adubações, durante quatro anos, destacando a importância do manejo agroecológico na qualidade do solo, permitindo altas produtividades quando bem manejados.

Em relação a safrinha de 2021, a produtividade média do milho nos talhões B e F foram de 1420 e 4270 Kg ha^{-1} respectivamente. A média de produção do milho safrinha de inverno para o estado foi de 5092 Kg ha^{-1} demonstrando que a área no manejo agroecológico produziram abaixo da média do estado. A baixa produtividade do milho ocorreu devido à seca, que acometeu as plantas no início do estado vegetativo até o início do estado reprodutivo, reduzindo o tamanho da planta, o número de folhas e atrasando o pendoamento da planta. Além disso, o milho que foi cultivado na área de manejo agroecológico foi mais afetado pelas geadas que o milho cultivado na área de manejo convencional, possivelmente devido a diferenças de cultivares.

A produtividade média do trigo na safrinha de 2021 foi de 2591 Kg ha^{-1}, que foi próxima da média para o estado, que foi de 2676 Kg ha^{-1} (Conab, 2022), demonstrando o sucesso das boas práticas agroecológicas aliadas a cultivares adaptadas para a região.

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que as produtividades dos manejos adotados estão sendo adequados, com produtividades próximas a produtividade médias relatadas para o estado. No entanto, ainda precisam ser realizada alguns ajustes no sistema de rotação de cultura das áreas agroecológicas.

4.5 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA BASE E POTENCIAL HÍDRICO BASE

De acordo com o teste para cada espécie para comparar a temperatura e potencial hídrico, tanto a temperatura quanto o potencial hídrico influenciaram na

germinação das sementes de *Conyza. canadensis, Leonurus. sibiricus, Bidens. subalternans, Digitaria. insularis e Solanum. americanum*.

4.5.1 *Conyza canadensis*

Para a *C. canadensis* (Figura 23), observou-se que a temperatura de 20 °C resultou na maior germinação (83%) e no menor tempo de germinação para 50% das sementes (T_{50}), que foi de 9,51 dias (Tabela 12). Com o aumento da temperatura, foi observado o decréscimo no acúmulo de germinação. As temperaturas acima dos 35°C afetaram severamente a germinação para essa espécie, não havendo germinação visível aos 40 °C. Apesar das temperaturas de 10 e 15°C apresentarem a porcentagem de germinação semelhante (66%), o aumento da temperatura proporcionou a diminuição do tempo de germinação das sementes, de 11,09 para 9,87 dias. As sementes também não germinaram na temperatura de 5°C.

As temperaturas cardeais para germinação de *C. canadensis,* foram calculadas usando as regressões lineares aplicadas ao inverso do tempo para 50% da germinação (T_{50}) (Figura 24). Assim, utilizando os parâmetros das equações obtidas da reta na faixa sub ótima e supra ótima, a temperatura base estimada para *C. canadensis* foi de 1,15 °C, a ótima 20 °C e a máxima 47 °C.

Através desses resultados foi possível constatar que a *C. canadensis* requereu temperaturas mais amenas para a sua germinação, possivelmente devido a adaptação a determinadas condições ambientais, uma vez que essa espécie pode ser encontrada principalmente em zonas temperadas do hemisfério norte e subtropicais do hemisfério sul. Segundo Cici, Van Acker (2009) e Tozzi; Van Acker (2014) a *C. canadensis* é uma planta daninha anual de inverno, tendo possibilidade de emergir tanto no período do outono, inverno como no período da primavera, onde as temperaturas encontradas no solo estão próximas dos 20°C, consideradas como ideais para a espécie. A germinação em baixas temperaturas também foi observado por (Nandula et al., 2006, Yamashita, Guimarães (2011) e Ottavini et al., 2019b).

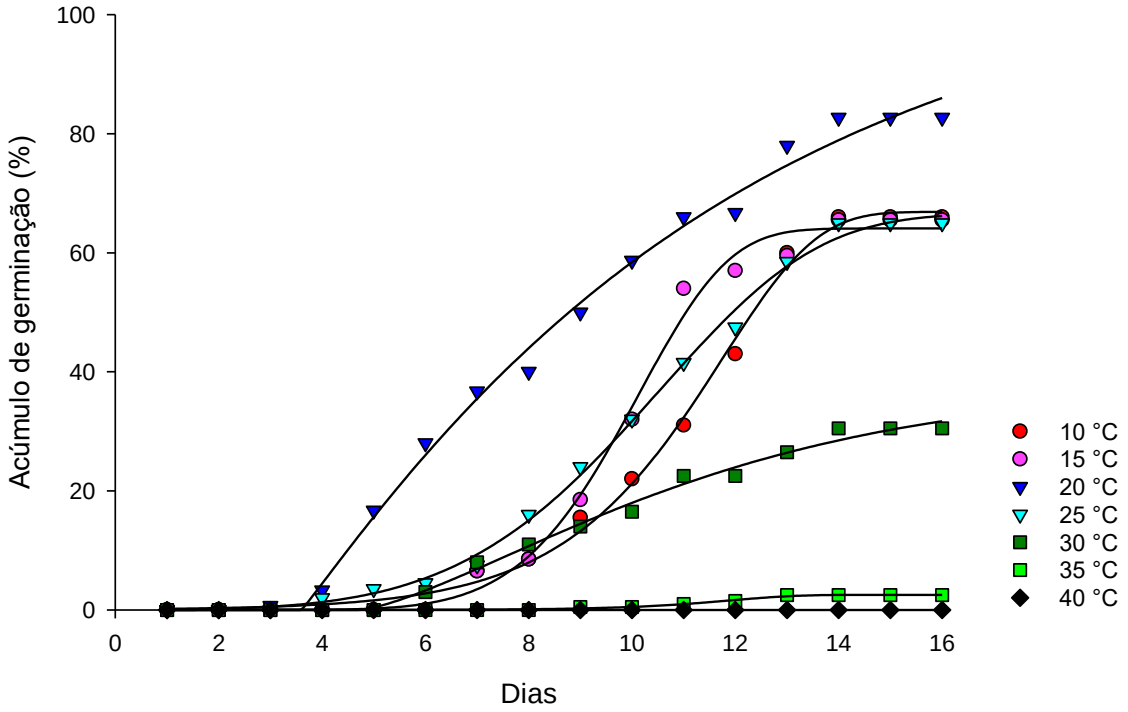

Figura 23. Curvas cumulativas de germinação para *C. canadensis* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.

Tabela 12 Parâmetros estimados (a, T50, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados da temperatura da Figura 23.

Coniza canadensis									
Temperatura	**A**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
10,0 °C	66,88	±1,211	11,09	±0,09	15460,25	±1E+07^{ns}	8489,55	±5,5E+04 ^{ns}	0,99
15,0 °C	64,10	±1,25	9,87	±0,11	8,83	±6,18^{ns}	5,94	±4,58 ^{ns}	0,99
20,0 °C	110,38	±21,36^{ns}	9,51	±1,66	8,38	±2,54^{ns}	1,05	±0,21 ^{ns}	0,98
25,0 °C	66,58	±1,42	10,17	±0,10	13,52	±4,28^{ns}	5,27	±1,95 ^{ns}	0,99
30,0 °C	37,33	±5,59	10,21	±0,91	7,15	±1,17	1,39	±0,33 ^{ns}	0,99
35,0 °C	2,53	±0,07	11,44	±0,27	1,70E+04	±1,8E+07^{ns}	1,30E+03	±1,4E+07 ^{ns}	0,99

^{ns} não significativo. As temperaturas que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

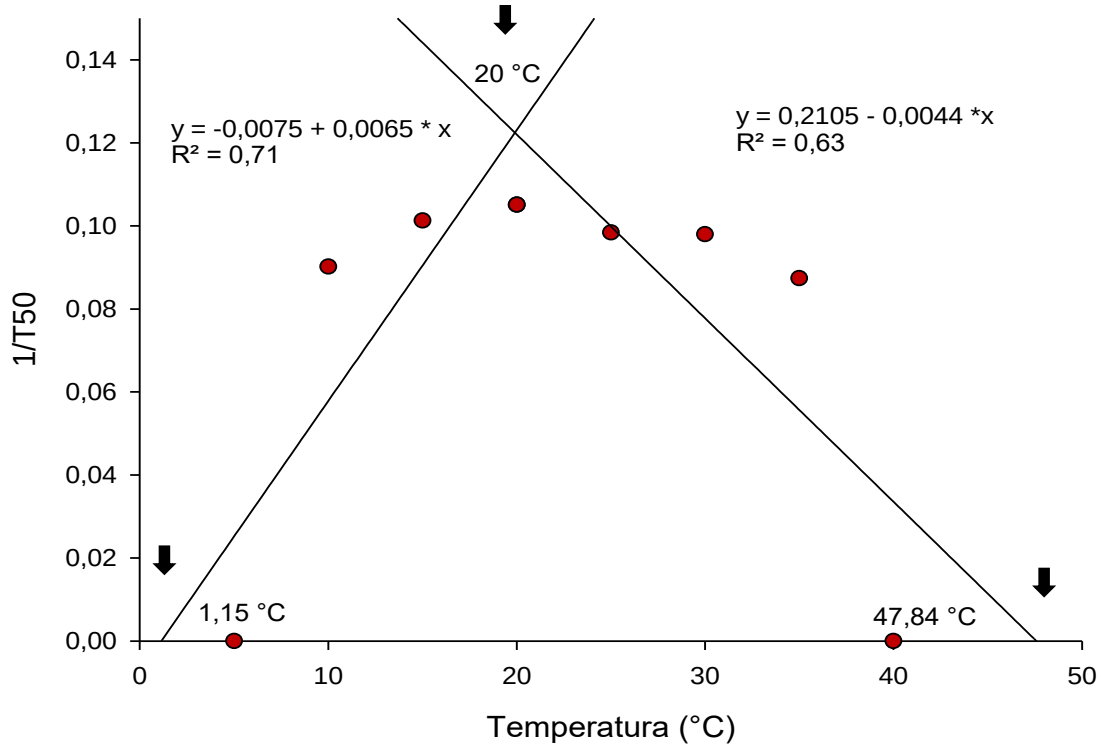

Figura 24. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *C. canadensis*.

No segundo ensaio, quando foram testadas diferentes concentrações que variaram 0 a -1 MPa de PEG 6000. Para as sementes de *C. canadensis*, observou-se a redução significativa da germinação a partir de -0,1 MPa, que manifestou menos de 50% da germinação comparado com a testemunha (0 MPa) quando as sementes foram colocadas para germinar no potencial de -0,2 MPa (Figura 25, Tabela 13). A partir do potencial de -0,4 MPa, foi observado que quase não houve germinação de sementes de *C. canadensis*, sendo que somente 2% das sementes germinaram nos potenciais de -0,6 e -0,8 MPa. O tempo de germinação para 50% das sementes também aumentou de forma gradativa. Não houve germinação no potencial hídrico de -1 MPa sendo atribuído redução da quantidade de água disponível para a semente em função do menor potencial hídrico. A baixa disponibilidade de água impede a reidratação dos tecidos e inibe a capacidade de síntese e a atividade das enzimas hidrolíticas necessárias para a germinação e afeta a expansão celular (MARCOS FILHO; 2015). O potencial hídrico base (Ψb) para *C. canadensis* foi estimado em -1,34 MPa (Figura 26).

Esses resultados corroboram com os encontrados por Yamashita e Guimarães (2010), os quais verificaram que a redução do potencial osmótico induzido pelo PEG 6000 reduziu significativamente a germinação de sementes de *Conyza spp*, onde, segundo os autores, houve redução significativa da germinação e da velocidade a partir de -0,2 MPa decrescendo para menos de 50% do percentual observado na testemunha quando as sementes foram colocadas para germinar em potencial de -0,4 MPa. Os mesmos resultados foram observados por Nandula et al. (2006) sugerindo que o déficit hídrico no substrato pode ser uma limitação para a germinação da planta.

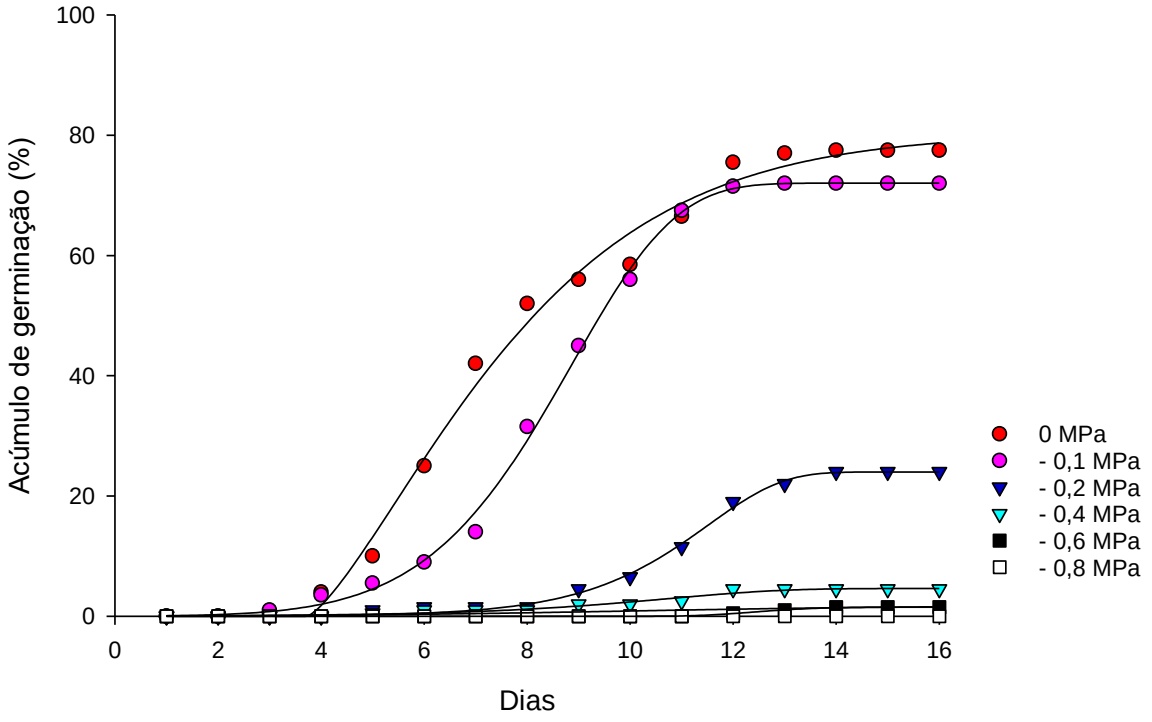

Figura 25. Curvas cumulativas de germinação para *C. canadensis* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.

Tabela 13. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de potencial hídrico da figura 25.

Coniza canadensis									
Potencial hídrico	**a**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
0 Mpa	80,24	±3,03	7,15	±0,18	4,49	±0,45	1,37	±0,24	0,99
-0,1 Mpa	72,05	±0,69	8,48	±0,07	14,02	±6,50^{ns}	7,87	±3,94^{ns}	0,99
-0,2 Mpa	23,99	±0,35	10,99	±0,08	2,70E+04	±6,3E+08^{ns}	1,90E+04	±1,0E+07^{ns}	0,99
-0,4 Mpa	4,61	±0,22	9,91	±0,35	1,80E+05	±5,0E+07^{ns}	8,50E+04	±2,2E+07^{ns}	0,97
-0,6 Mpa	1,69	±0,45^{ns}	9,8	±1,57	15,85	±15,96^{ns}	3,75	±5,57^{ns}	0,94
-0,8 Mpa	1,52	±0,03	12,49	±0,05	2,38	±0,51^{ns}	2,48	±0,67^{ns}	0,99

^{ns} não significativo. Os potenciais hídricos que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

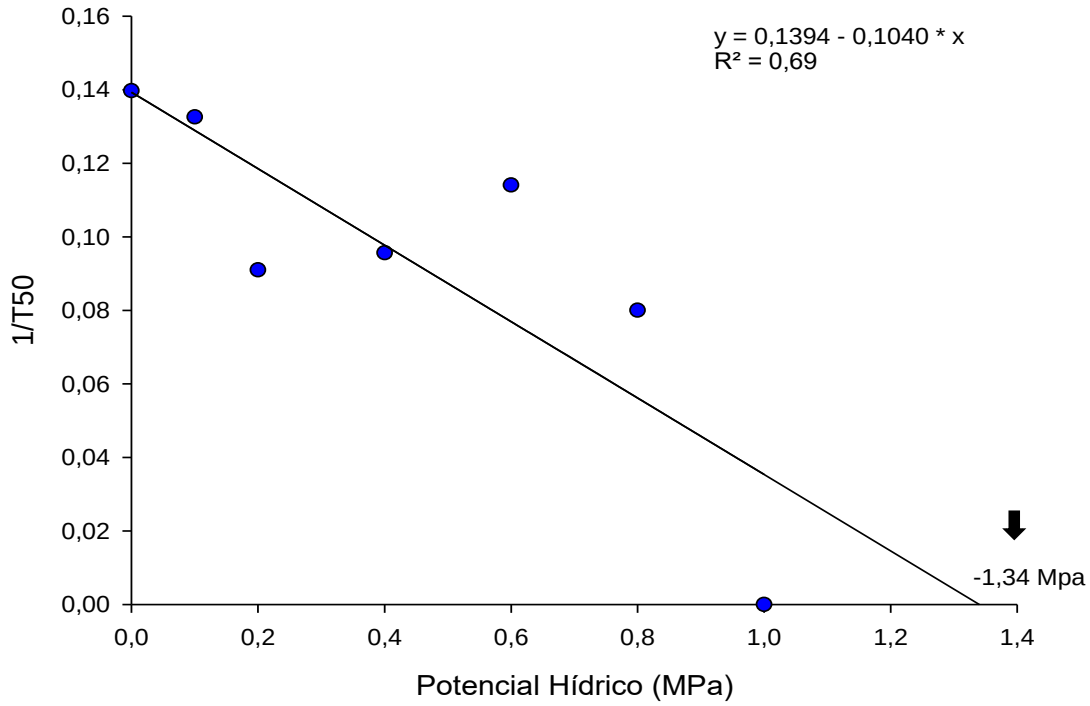

Figura 26. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) para *C. canadensis*. Símbolos são observações e a linha é a regressão linear ajustada.

4.4.2 *Leonurus sibiricus*

Para *L. sibiricus,* as maiores percentagens de germinação ocorreram nas temperaturas de 10; 15 e 20 °C, com 95% de germinação para a espécie (Figura 27). Entretanto, o menor tempo para 50% da germinação (T50) foi observado para a temperatura de 25 °C (2,46 dias) (Tabela 14). Com o aumento da temperatura para 30 °C, foi observado o decréscimo no acúmulo da germinação, sendo que somente 42% das sementes germinaram nessa temperatura. As temperaturas acima dos 35°C também afetaram severamente a sua germinação. A germinação das sementes foi nula nas temperaturas de 5, 40 e 45°C. As temperaturas cardeais (T_b, T_o e T_{max}) estimadas pelos parâmetros das equações obtidas da reta na faixa sub ótima e supra ótima foram de 4,69 °C, 24,68 °C e 40,76 °C respetivamente (Figura 28).

As sementes de *L. sibiricus* apresentaram a germinação máxima em uma grande faixa de temperaturas, de 10 a 25 °C, indicando a maior agressividade das sementes na ocupação de novas áreas com diversas condições térmicas. Apesar de

ser originária da Ásia, essa espécie pode ser encontrada comumente nas regiões sul e sudeste do país, onde cresce espontaneamente (DUARTE; SILVA; DEUBER, 2007).

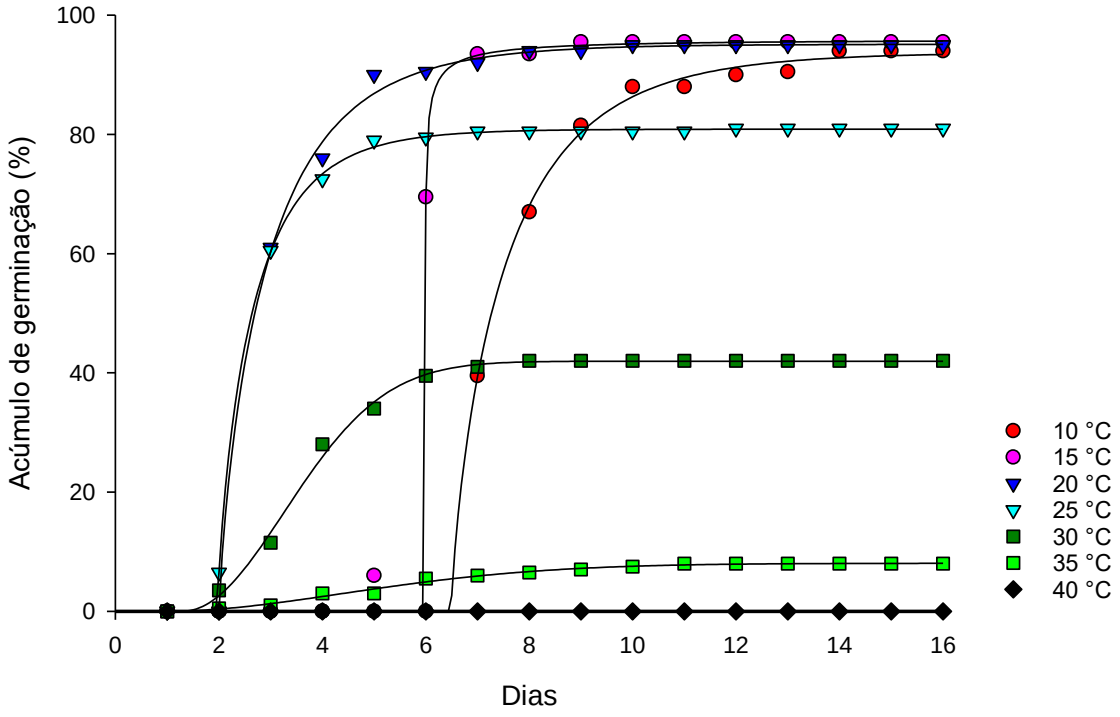

Figura 27. Curvas cumulativas de germinação para *L. sibiricus* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.

Tabela 14. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de temperatura da figura 27.

Leonurus sibiricus									
Temperatura	**A**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
10,0 °C	93,75	±0,94	7,18	±0,03	1,1	±0,19	0,8	±0,13	0,99
15,0 °C	95,88	±2,76	5,99	±0,11	0	±0,04 ^{ns}	0,23	±0,55 ^{ns}	0,99
20,0 °C	95,13	±0,49	2,63	±0,04	1	±0,04	0,81	±0,05	0,99
25,0 °C	80,88	±0,16	2,42	±0,02	0,7	±0,03	0,82	±0,04	0,99
30,0 °C	41,94	±0,30	3,6	±0,06	2,77	±0,39	2,03	±0,35	0,99
35,0 °C	8,05	±0,18	5,22	±0,17	5,13	±1,01	1,84	±0,49	0,98

^{ns} não significativo. As temperaturas que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

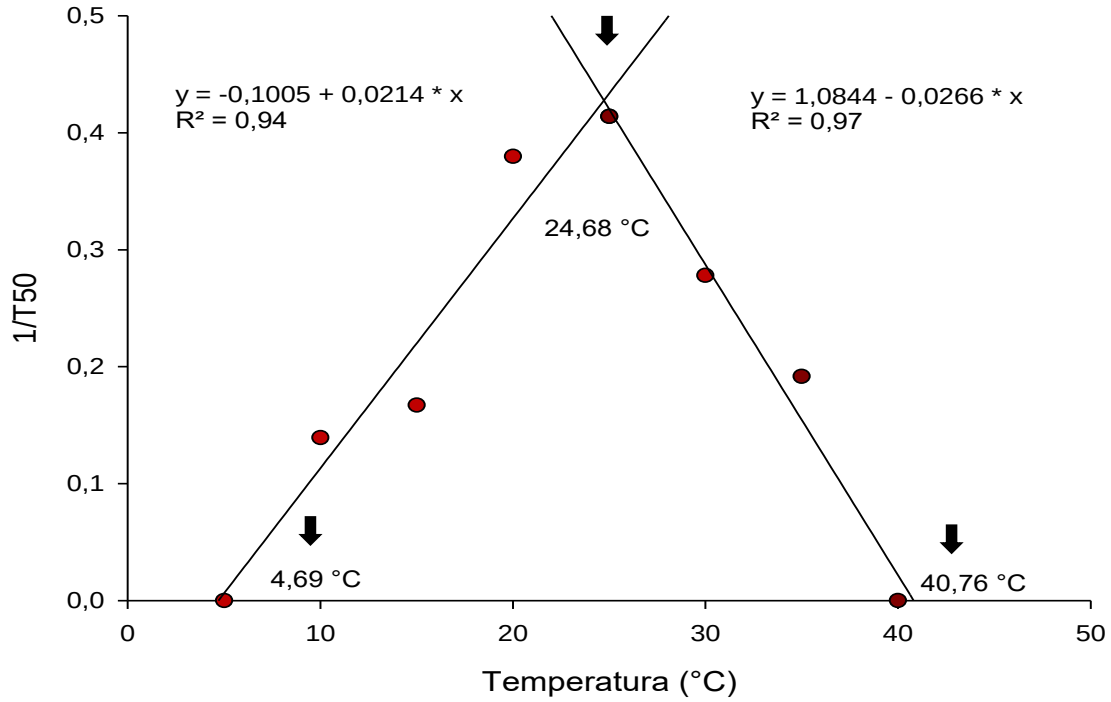

Figura 28. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *L. sibiricus*.

Quanto ao potencial hídrico para a germinação de *L. sibiricus,* observou-se que as maiores percentagens de germinação ocorreram na ausência do polietileno glicol e na primeira concentração de PEG 6000 (-0,1 MPa) (Figura 29). A partir de -0,2 Mpa, foi possível notar a drástica redução na germinação de sementes causada pelo decréscimo dos níveis de potencial hídrico nas soluções, sendo, que para o potencial de -0,4 MPa, somente 5% das sementes vieram a germinar. O tempo de germinação para 50% das sementes também aumentou com a diminuição do potencial hídrico (Tabela 15). Não houve germinação dos potenciais osmóticos de -0,6 e -0,8 MPa. O potencial hídrico base estimado para essa espécie foi de -0,68 MPa (Figura 30).

A redução do potencial hídrico interfere no processo de absorção de água pelas sementes, influenciando a germinação das sementes. O estresse hídrico geralmente atua diminuindo a velocidade e a percentagem de germinação das sementes, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico crítico, abaixo do qual a germinação não ocorre (STEFANELLO; VIANA; NEVES, 2017).

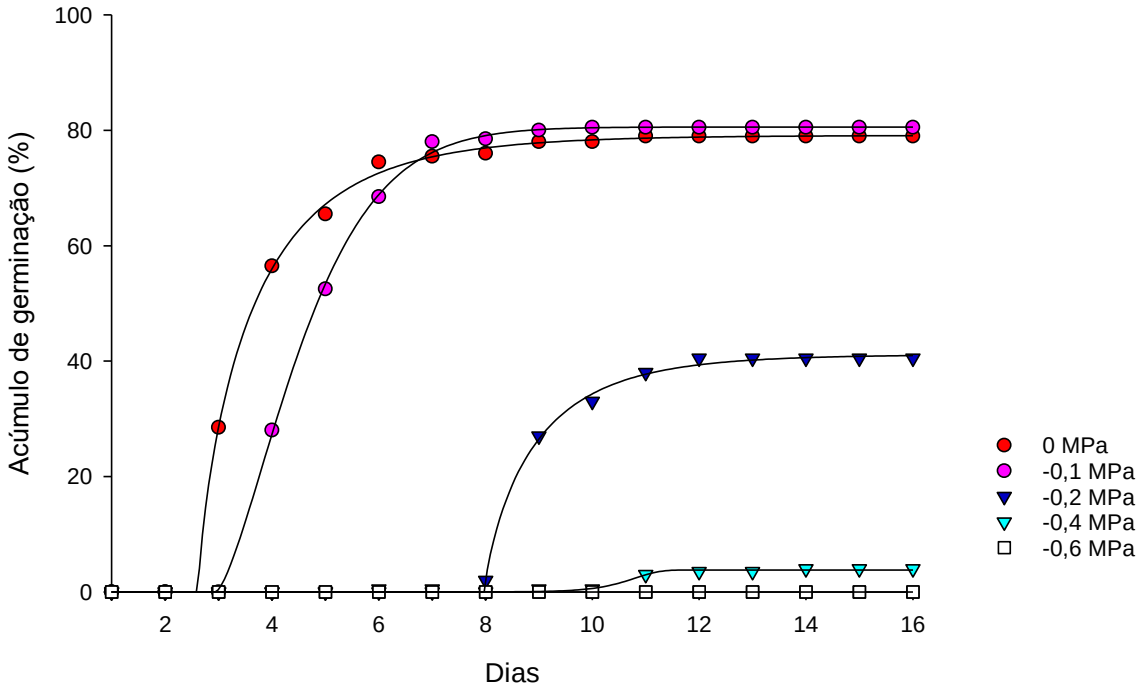

Figura 29. Curvas cumulativas de germinação para *L. sibiricus* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.

Tabela 15. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados do potencial hídrico da figura 25.

Leonurus sibiricus									
Potencial hídrico	**a**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
0 Mpa	79,13	±0,39	3,29	±0,02	1,07	±0,12	0,79	±0,08^{ns}	0,99
-0,1 Mpa	80,57	±0,24	4,45	±0,02	1,94	±0,07	1,45	±0,06^{ns}	0,99
-0,2 Mpa	41,12	±0,47	8,6	±0,04	0,98	±0,05	0,81	±0,08^{ns}	0,99
-0,4 Mpa	4,73	±2,24^{ns}	10,36	±0,45	0,98	±2,05^{ns}	0,37	±0,35^{ns}	0,98

^{ns} não significativo. Os potenciais hídricos que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

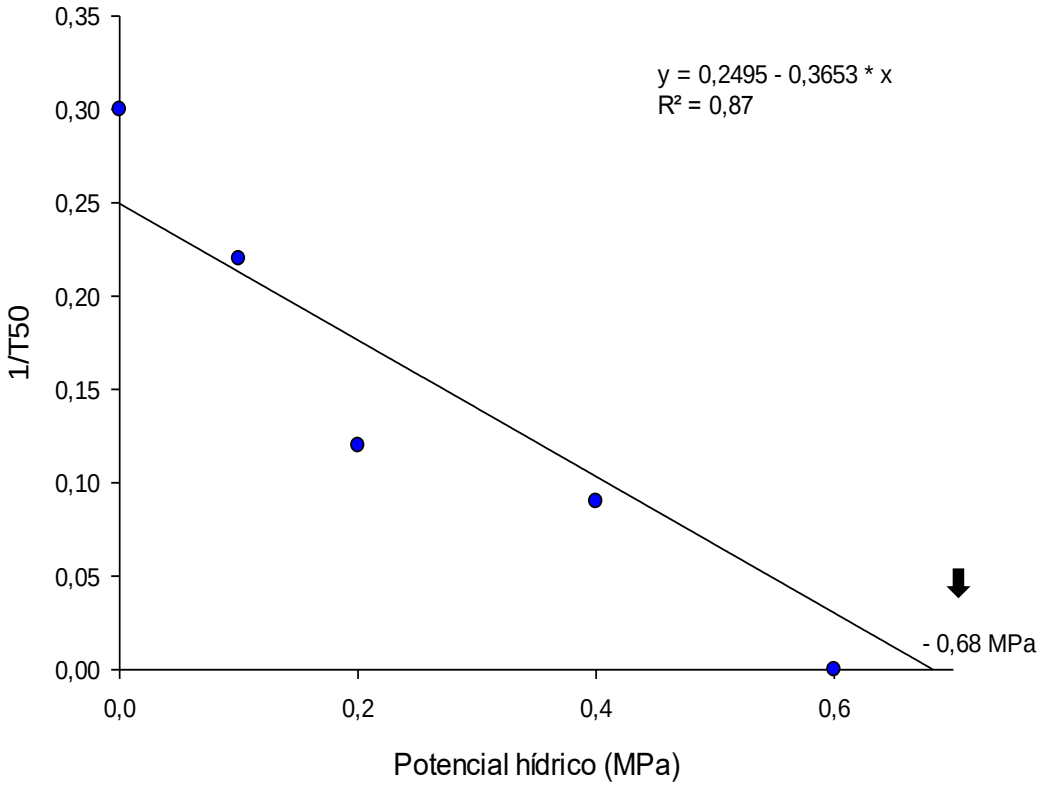

Figura 30. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) *L. sibiricus*.

4.2.3 *Bidens subalternans*

Para *B. subalternans*, a maior percentagem de germinação e o menor tempo de germinação para 50% das sementes ocorreu nas temperaturas de 30 e 32,5 °C, com 92 e 87% de germinação e 6,03 e 5,82 dias, respetivamente (Figura 31, Tabela 16). As temperaturas de 10, 15, 20, 35 e 37,5°C retardaram o processo de germinação das sementes. A germinação de *B. subalternans* foi nula quando as sementes foram mantidas nas temperaturas de 5, 40 e 45 °C. A temperatura base, ótima e máxima estimada para a espécie foi de 0,13°C, 32,65 °C e 40,77 °C, respetivamente (Figura 32).

Pamplona et al. (2020) observaram que as sementes de *B. subalternans,* encubadas sob temperaturas alternadas de 15/20, 20/25 e 25/30 °C apresentaram elevadas taxas de germinação, (85, 77 e 86 %) demonstrando que a espécie apresenta germinação sobre uma ampla faixa de temperaturas. A germinação da espécie em uma ampla faixa de temperatura, que variou de 10 a 35 °C pode ser

explicada pelo fato de a espécie apresentar capacidade de se adaptar em uma ampla faixa de ambientes, uma vez que a mesma pode ser encontrada em toda a américa do Sul conferindo á espécie a capacidade de germinar durante o ano inteiro.

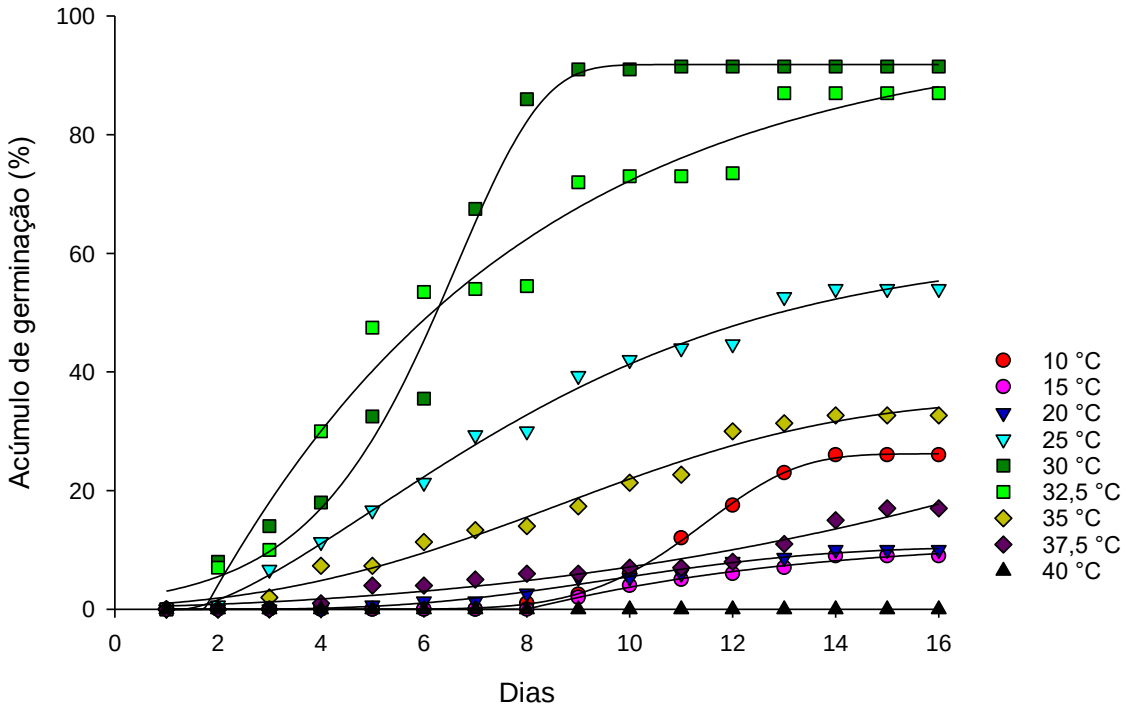

Figura 31. Curvas cumulativas de germinação para *B. subalternans* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.

Tabela 16. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados da temperatura da figura 31.

Bidens subalternans									
Temperatura	**A**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
10,0 °C	26,2	±0,18	11,24	±0,03	7,96	±1,32	5,24	±0,9^{ns}	0,99
15,0 °C	11,77	±2,32^{ns}	11,58	±1,07	5,12	±1,74^{ns}	1,04	±0,19^{ns}	0,99
20,0 °C	10,58	±0,81	9,85	±0,35	9,02	±2,97^{ns}	2,81	±1,39^{ns}	0,98
25,0 °C	60,29	±8,37	8,39	±0,96	9,4	±1,22^{ns}	1,67	±0,53^{ns}	0,98
30,0 °C	91,82	±1,35	6,03	±0,23	1,70E+04	±9,6E+06^{ns}	10640,34	±5,7E+06^{ns}	0,99
32,5 °C	94,99	±10,07	5,82	±0,64	5,85	±1,07	1,03	±0,26^{ns}	0,97
35,0 °C	35,4	±3,44	8,67	±0,56	13,85	±6,16^{ns}	3,28	±2,11 ^{ns}	0,98
37,5 °C	17,499	±0,9762	10,567	±1,1184	1,10E+06	±7,6E+07	3,40E+05	±2,2E+07	0,97

^{ns} não significativo. Os potenciais hídricos que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

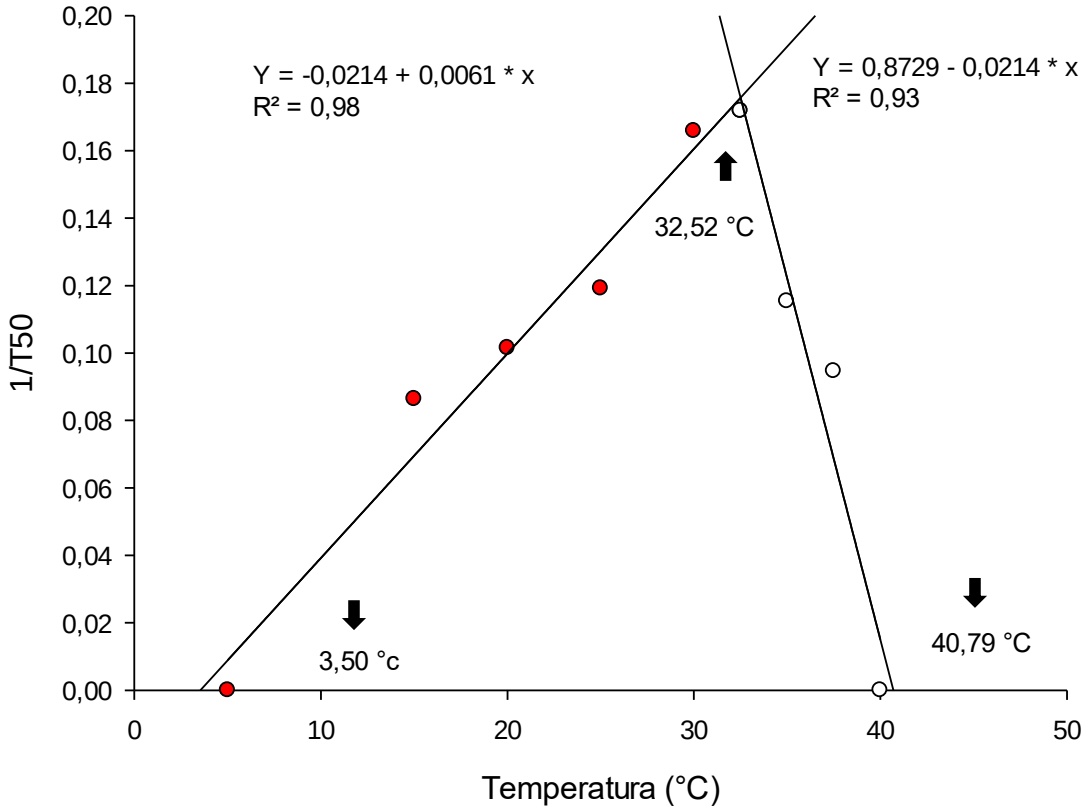

Figura 32. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *B. subalternans*.

No experimento de potencial hídrico (Ψ), observou-se que para as sementes de *B. subalternans*, as maiores percentagens de germinação (91%) ocorreram para o potencial hídrico de -0,1 MPa. Para a testemunha e o potencial hídrico de -0,2MPa, a germinação foi de 91 e 87%, respetivamente (Figura 33). O potencial hídrico de -0,4 inibiu a germinação em 30%, porém, quando este passou para -0,6 MPa, somente 7 % das sementes vieram a germinar. Assim como nas outras espécies, o tempo de germinação para 50% das sementes também foi afetado pela diminuição do potencial hídrico, sendo que a testemunha levou 6,66 dias para germinar, e, no potencial hídrico de -0,6, 8,35 dias (Tabela 17). O potencial hídrico base estimado para *B. subalternans* foi de -1,34 MPa (Figura 34).

Discordando dos resultados obtidos, Pamplona et al. (2020) observou não houve a germinação de sementes de *B. subalternans* em potenciais hídricos inferiores a -0,4 MPa, indicando que o biótipo encontrado em Entre Rios do Oeste apresentou

maior capacidade em extrair a água do meio, e consequentemente, apresentou maior tolerância ao estresse hídrico. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), a origem das sementes é um fator que pode exercer influência sobre o desempenho germinativo da semente, uma vez que o local onde a semente é produzida pode provocar modificações na composição química da semente, tendo efeito direto com as condições edafoclimáticas em que as plantas matrizes foram submetidas na fase de produção.

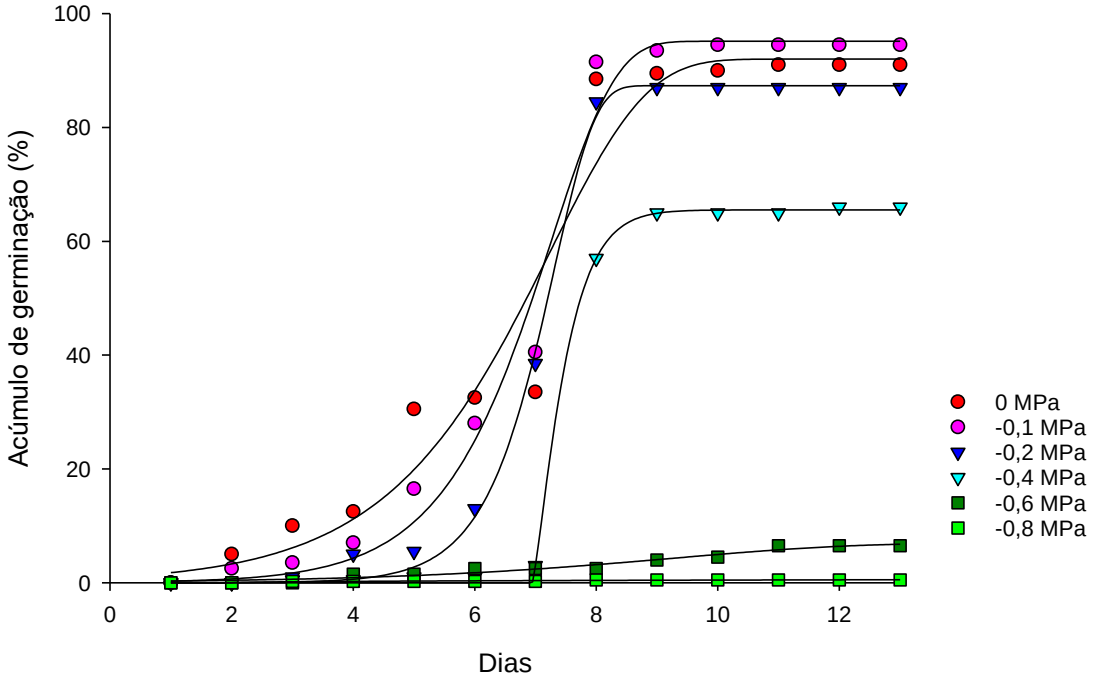

Figura 33. Curvas cumulativas de germinação para *B. subalternans* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.

Tabela 17. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de potencial hídrico da figura 33.

Bidens subalternans									
Potencial hídrico	**a**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
0 Mpa	92,01	±4,56	6,66	±0,40	1,60E+04	±4,2E+07^{ns}	10228,51	±2,6E+07^{ns}	0,95
-0,1 Mpa	95,15	±2,48	6,87	±0,13	1,40E+06	±1,2E+07^{ns}	1336207	±1,1E+07^{ns}	0,98
-0,2 Mpa	87,34	±0,96	7,06	±0,13	4,00E+05	±1,2E+07^{ns}	597962,1	±1,9E+07^{ns}	0,99
-0,4 Mpa	65,52	±0,32	7,39	±0,09	0,5946	±0,14^{ns}	1,25	±0,42^{ns}	0,99
-0,6 Mpa	6,95	±1,10	8,35	±0,67	89,36	±936,29^{ns}	31,91	±344,12^{ns}	0,97
-0,8 Mpa	0,96	±2,45	10,75	±53,54	16,06	±107,00^{ns}	0,6	±0,55^{ns}	0,97

^{ns} não significativo. Os potenciais hídricos que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

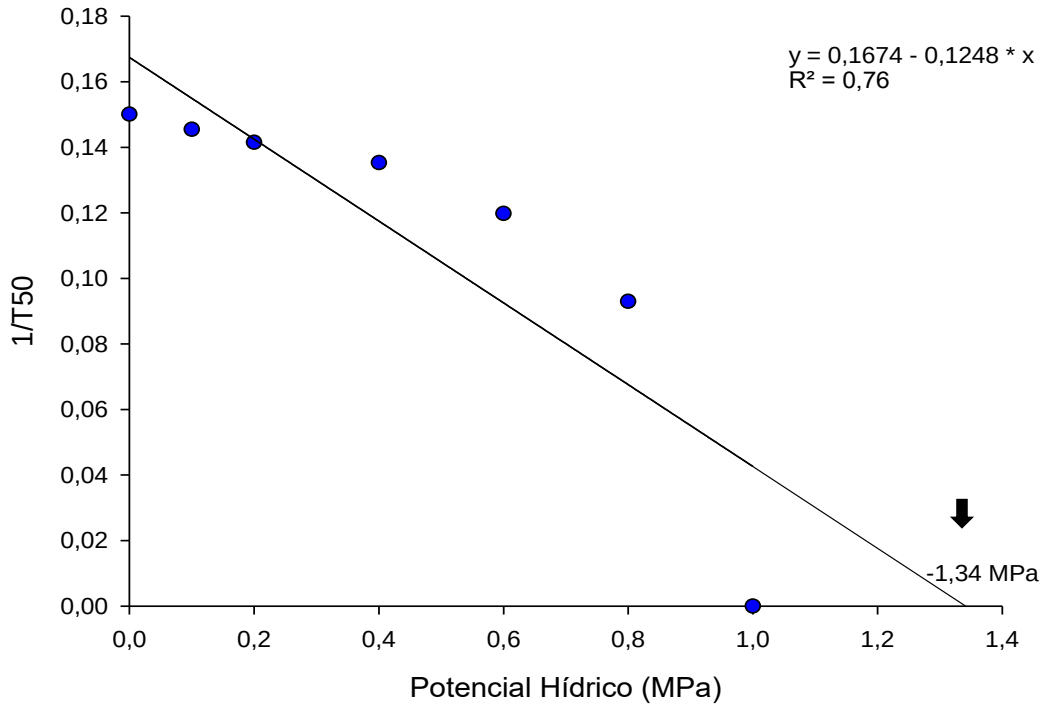

Figura 34. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) para *B. subalternans*. Símbolos são observações e a linha é a regressão linear ajustada.

4.5.2 *Digitaria insularis*

Para a *D. insularis*, a melhor percentagem de germinação (78%) no menor tempo de germinação (Tabela 18) ocorreu na temperatura de 35°C (Figura 35). Com o aumento da temperatura para 40 °C, somente 50% das sementes vieram a germinar. As baixas temperaturas (5, 10 e 15 °C) inibiram completamente a germinação dessa espécie. As sementes também não germinaram na temperatura de 45°C. A temperatura base estimada para *D. insularis* foi de 15,21 °C, a ótima 34,78 °C e a temperatura máxima estimada foi de 45,09 °C (Figura 36).

Resultados semelhantes foram observados por Mendonça et al. (2014), que também observaram que a melhor germinação para *D. insularis* ocorreu na temperatura constante de 35 °C em diferentes locais de origem. Mondo et al. (2010) e Oreja, Fuente e Fernandez-Duvivier (2017) afirmaram que, as sementes dessa espécie germinam melhor em temperaturas alternadas se 20/30, 20/35 e 15/35 °C, sob o regime de 16/8 h luz/escuro.

Através desses resultados é possível notar que a *D. insularis* demanda de altas temperaturas para a germinação, quando comparadas as outras espécies. A demanda por elevada energia no processo de germinação da espécie se reflete em condições específicas para sua germinação, possivelmente devido a adaptação que a espécie apresenta a determinadas condições ambientais, gerando uma vantagem competitiva que é proporcionada por um mecanismo que regula essa condição específica para a sua germinação (HOFMANN; 2017).

Quando comparamos os resultados encontrados com os resultados apresentados pela literatura, podemos perceber que, de fato, a capacidade de germinar a altas temperaturas é uma característica da espécie, pois independentemente do local de origem das sementes avaliadas, a máxima germinação final sempre ocorreu em temperaturas próximas aos 35 °C (MENDONÇA et al., 2014). Porém, o local de origem das sementes pode interferir na temperatura base ou na temperatura máxima de germinação devido as condições climáticas que a semente se encontra no momento da maturação, assim como a resposta da semente às temperaturas devido ao efeito materno (XU et al., 2021).

Por apresentar temperatura de germinação específica, *D. insularis* acaba germinando sempre em condições ambientais semelhantes, se desenvolvendo e produzindo sementes na mesma época do ano. Essas sementes possivelmente entrarão em estádio de maturação nas mesmas condições e, consequentemente, apresentarão demandas de germinação similares (HOFMANN; 2017). Ainda segundo os autores, acredita-se que essa é a razão da presença dessa espécie ainda estar restrita a determinadas regiões no Brasil, pois essa especificidade de temperatura para a germinação dificulta a sua adaptação e estabelecimento em locais com temperatura diferentes da faixa ótima apresentada pela espécie.

A existência de um mecanismo que regula a condição específica para a germinação dessa espécie pode ser explicada através da termodinâmica, onde a germinação ocorre somente quando a energia necessária para a ativação do processo é alcançada (LABOURIAU, 1978). Considerando a alta demanda por temperatura, a energia de ativação para a germinação de *D. insularis* deve ser elevada, possivelmente devido a existência de um mecanismo a ser superado para que a germinação aconteça. Outro detalhe em relação a variação de temperatura para a germinação dessa espécie é que o intervalo entre a temperatura ótima e máxima para

a germinação dessa espécie é relativamente pequeno, sugerindo que que a temperatura ótima para a germinação está perto do ponto em que já há uma certa degradação de proteína.

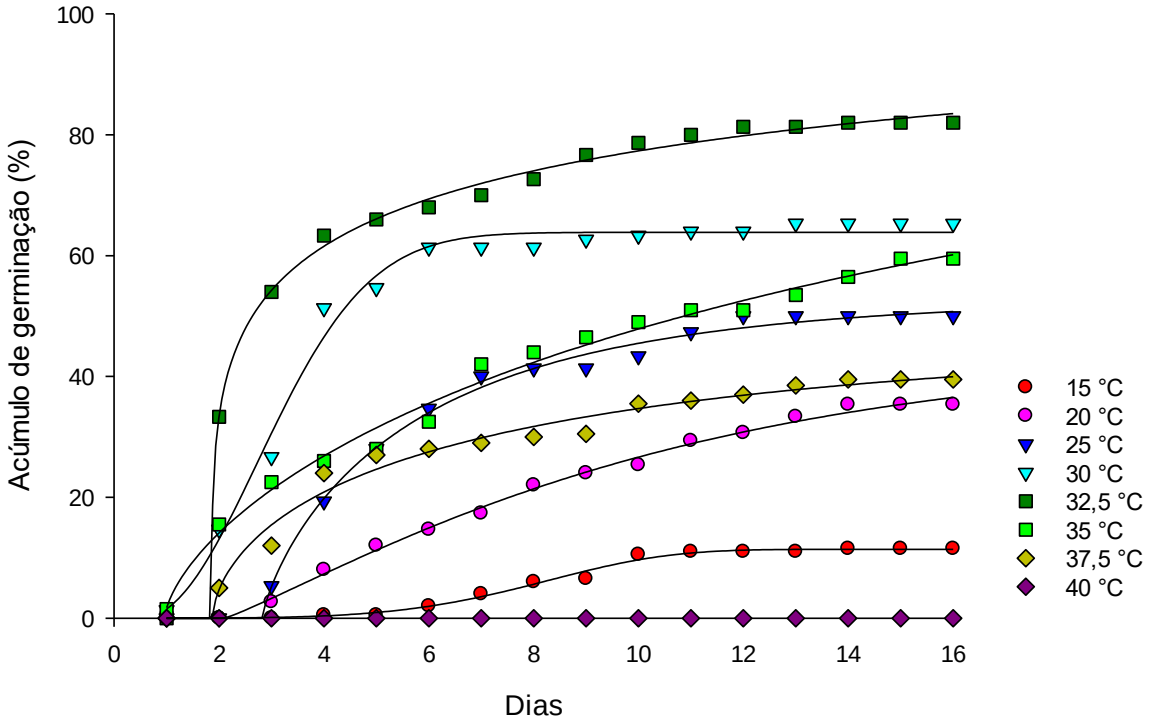

Figura 35. Curvas cumulativas de germinação para *D insularis* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.

Tabela 18. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados da temperatura da figura 36.

Digitaria insularis									
Temperatura	**a**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
20,0 °C	11,39	±0,25	8,03	±0,15	9,57	±6,27^{ns}	4,98	±3,67^{ns}	0,99
25,0 °C	43,78	±5,34	8,17	±0,96	8,36	±1,30^{ns}	1,15	±0,21^{ns}	0,99
30,0 °C	52,99	±2,07	4,75	±0,14	3,07	±0,28	0,79	±0,09	0,99
32,5 °C	63,86	±0,75	3,07	±0,10	3,08	±0,70 ^{ns}	2,06	±0,57 ^{ns}	0,98
35,0 °C	99,79	±16,35	2,64	±0,50	2,44	±1,99^{ns}	0,33	±0,50^{ns}	0,99
37,5° C	36,48	±3,62	6,37	±0,84	8,02	±1,34	1,02	±0,15	0,99
40,0 °C	43,28	±5,82	4,16	±0,64	4,00	±1,42^{ns}	0,67	±0,17^{ns}	0,98

^{ns} não significativo. As temperaturas que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

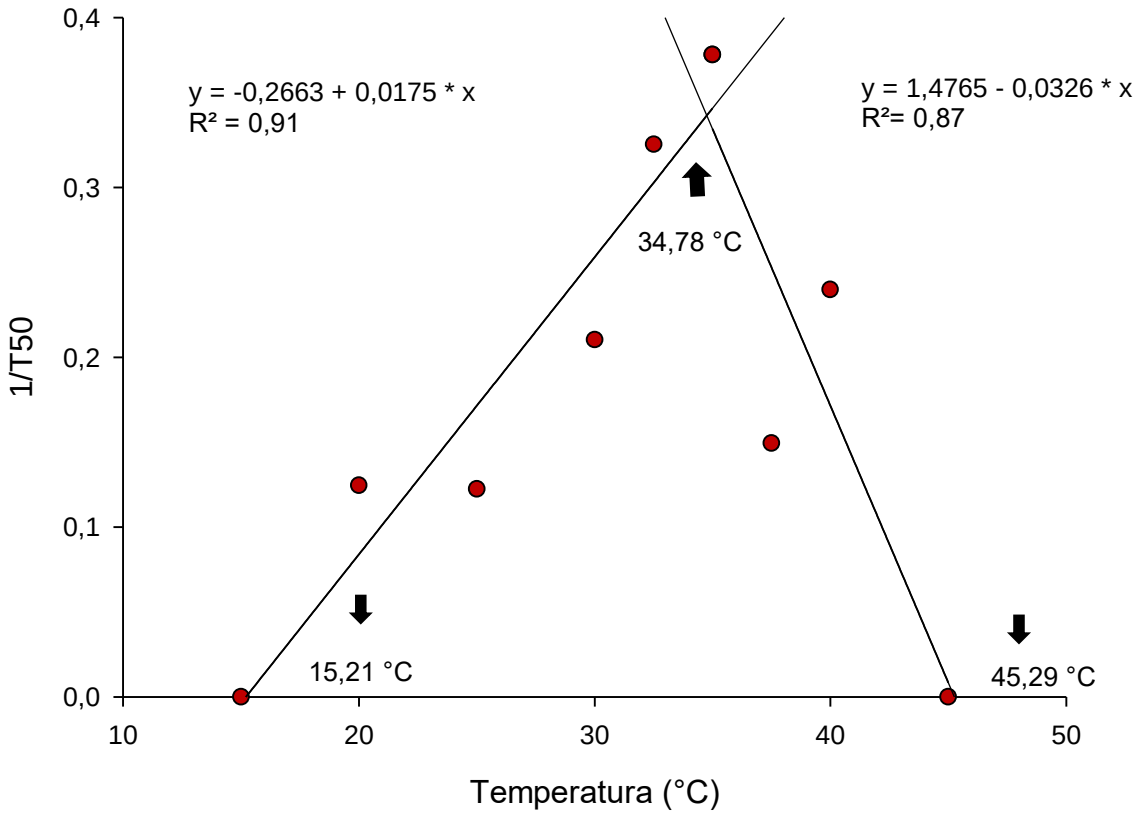

Figura 36. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *D. insularis*.

Assim como no nas sementes de *C. canadensis*, para a *D. insularis* também foram observadas a maior germinação (78%) na ausência da restrição hídrica (Figura 37). A germinação foi decrescente à medida que a disponibilidade hídrica foi reduzida, sendo que, somente 41% das sementes germinaram no potencial de -0,4 MPa. O tempo de germinação de 50% das sementes também aumentou conforme o aumento da restrição hídrica na germinação das sementes (Tabela 19) Não houve germinação no potencial osmóticos de -0,8 MPa. O potencial hídrico base estimado foi de -0,8 MPa (Figura 38). Esses dados estão de acordo com os descritos por Zambão et al. (2020) verificando-se redução na percentagem de germinação com o aumento da concentração de polietileno glicol.

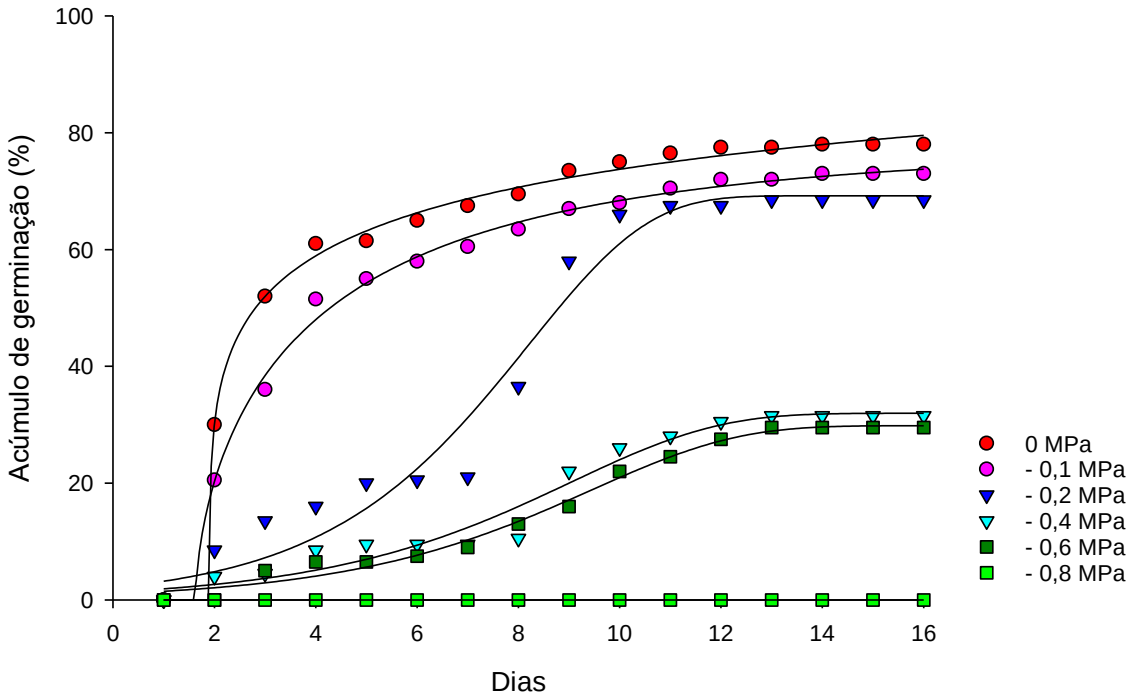

Figura 37. Curvas cumulativas de germinação para *D. insularis* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.

Tabela 19. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de Potencial hídrico da figura 36.

Digitaria insularis									
Potencial hídrico	**a**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
0 Mpa	99,79	±16,35	2,64	±0,50	2,4	±1,99^{ns}	0,33	±0,09^{ns}	0,99
-0,1 Mpa	77,71	±3,27	3,03	±0,11	2,5	±0,24	0,62	±0,10	0,99
-0,2 Mpa	69,22	±2,24^{ns}	7,34	±0,27^{ns}	6,20E+04	±2,4E+07^{ns}	2,60E+04	±1,0E+07^{ns}	0,97
-0,4 Mpa	31,95	±1,33	7,99	±0,35	6,30E+04	±5,3E+07^{ns}	2,10E+04	±1,8E+07^{ns}	0,98
-0,6 Mpa	29,82	±0,77	8,41	±0,27	1,00E+05	±1,5E+07^{ns}	4,80E+04	±5,4E+06^{ns}	0,98

^{ns} não significativo. Os potenciais hídricos que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

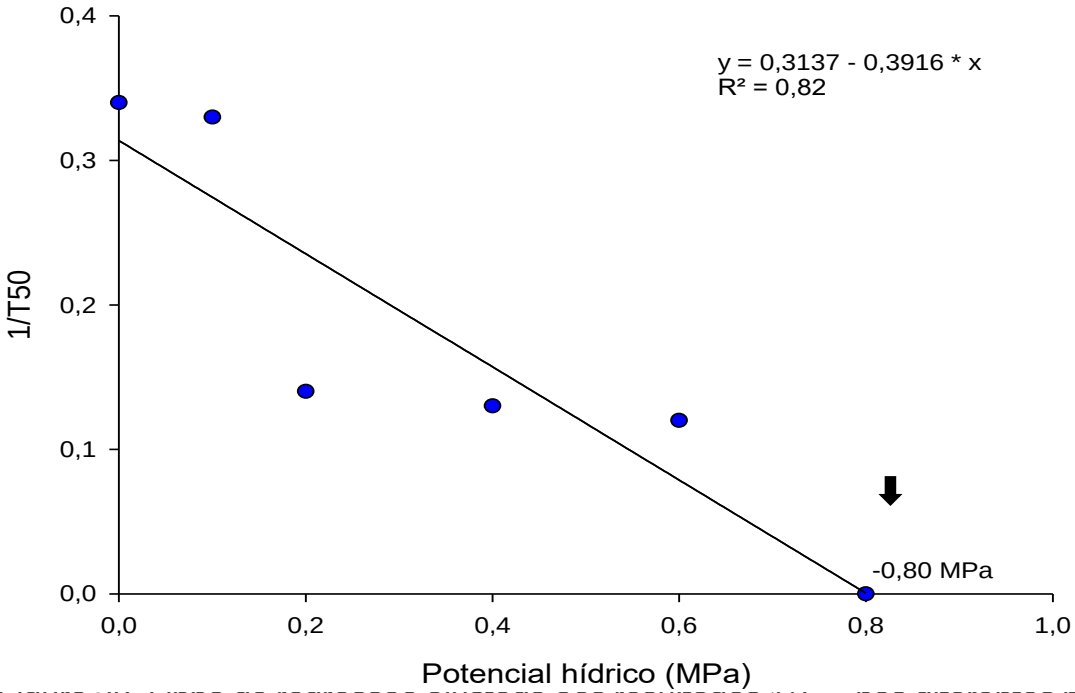

Figura 38. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) para *D. insularis*. Símbolos são observações e a linha é a regressão linear ajustada

4.5.3 Solanum americanum

A espécie *S. americanum* expressou melhor germinação nas temperaturas de 15 e 30°C, com 93 e 85 % de germinação, respetivamente (Figura 39). Porém, as temperaturas de 20 e 30°C proporcionaram o menor tempo de germinação para 50% (T_{50}) das sementes, que foi de 6,86 e 7,23 dias, respetivamente, apesar da temperatura de 20°C apresentar somente 26% de germinação (Tabela 20). Para a temperatura de 5, 25,40 e 45°C, não houve germinação para a espécie. A temperatura base estimada para *S. americanum* foi de 3,63 °C, a ótima 26,06 °C e a temperatura máxima estimada foi de 40,37 °C (Figura 40)

De acordo com um trabalho realizado por Ladeira, (1997), as sementes de *S. americanum* apresentaram maior germinabilidade nas temperaturas contantes de 15 e 30 °C, porém, quando testadas na temperatura de 25°C, as sementes recém coletadas não germinaram, mesmo após o processo de lavagem. Somente após 12 meses de armazenamento essas sementes começaram a apresentar germinação. Os mesmos autores notaram também que a alternância de temperatura promoveu tanto a germinação das sementes recém coletadas como as sementes que passaram por

um longo período de armazenamento. Esse mesmo comportamento também foi notado por Forte et al. (2018), que observou que em temperaturas fixas quase não houve germinação para as sementes, e mesmo com a utilização da quebra da dormência através do ácido giberélico e nitrato de potássio, a germinação não ultrapassou dos 50%. A maior germinação para o estudo foi observada na temperatura alternada de 20/30 °C, sugerindo que a espécie necessita da alternância de temperatura para quebra da dormência.

É sabido que que algumas espécies pertencentes as Solanaceae como *S. sessiliflorum* ou *S. nigrum* germinam facilmente em uma ampla variação de temperatura, podendo elas serem contantes ou alternadas (LOPES; PEREIRA, 2005; DONG et al., 2020). Entretanto, outras espécies pertencentes á esse gênero como as espécies *S. granuloso-leprosum*, *S. lycocarpum* e *S. pseudoquina* necessitam da alternância de temperatura e luminosidade para a quebra da dormência (CASTELLANI; AGUIAR; PAULA, 2009). A dormência das sementes é características de algumas espécies vegetais para preservar a perpetuação da espécie, funcionando como forma de defesa contra variações do ambiente. Essa característica permite que a germinação ocorra de forma escalonada, aumentando a germinação das sementes e a sobrevivência das plântulas a diversos ambientes.

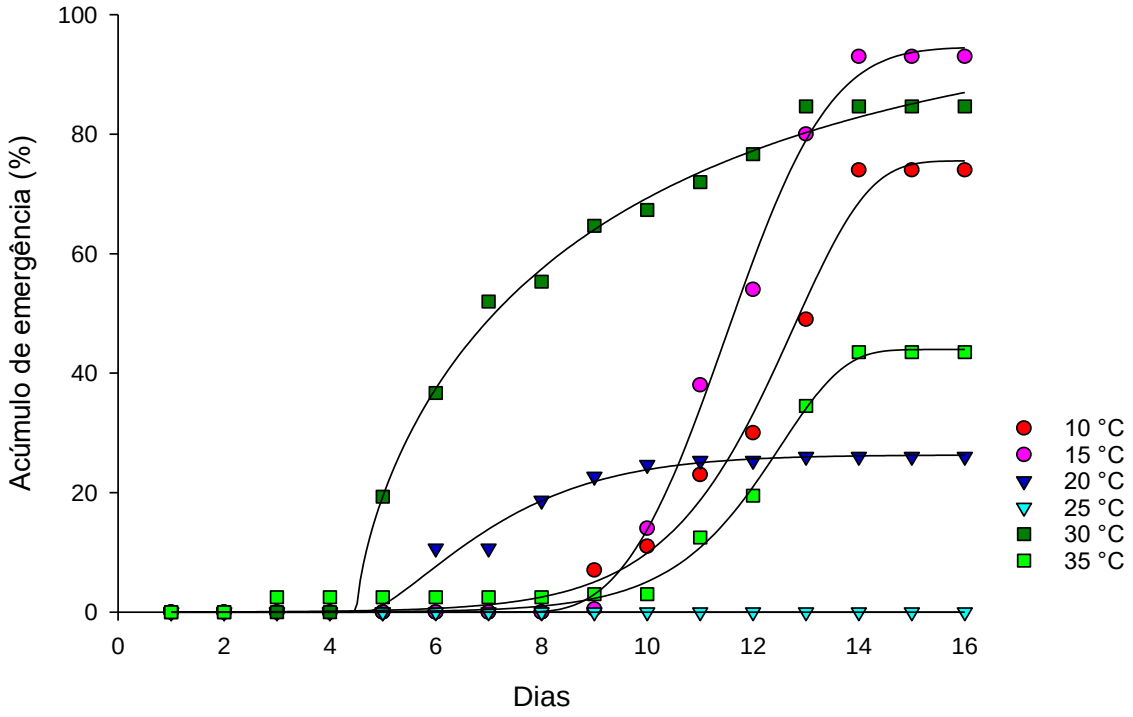

Figura 39. Curvas cumulativas de germinação para *S. americanum* em diferentes temperaturas constantes em função do tempo em dias.

Tabela 20. Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de Potencial hídrico da figura 39.

Solanum americanum									
Temperatura	**a**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
10,0 °C	75,54	±2,03	12,25	±0,13	4,70E+04	±9,0E+05^{ns}	3,30E+04	±6,4E+06^{ns}	0,99
15,0 °C	94,56	±1,79	11,53	±0,07	4,49	±1,06^{ns}	3,04	±0,89^{ns}	0,99
20,0 °C	26,3	±0,79	6,87	±0,17	2,83	±0,50	1,37	±0,36^{ns}	0,98
30,0 °C	102,4	±14,31	7,24	±0,76	4,61	±1,48^{ns}	0,7	±0,17^{ns}	0,99
35,0 °C	43,95	±1,29	12,08	±0,13	3,80E+04	±2E+07^{ns}	3,20E+04	±1,5E+07^{ns}	0,99

^{ns} não significativo. As temperaturas que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

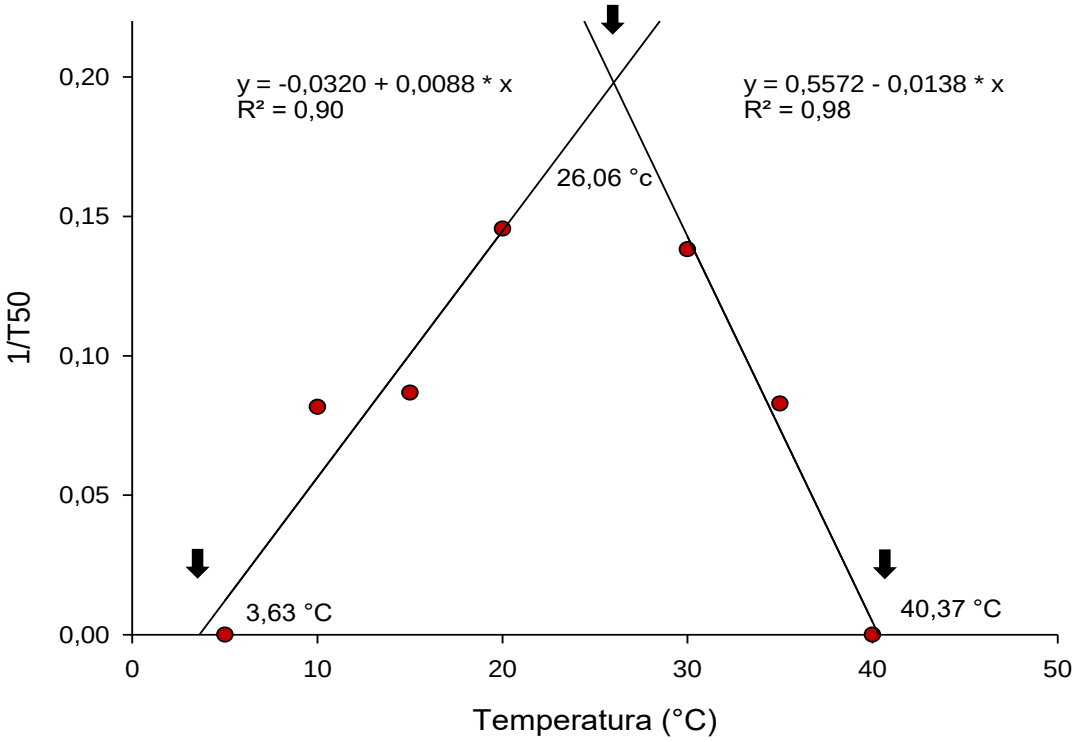

Figura 40. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nas faixas de temperatura sub ótima e supra ótima em resposta a diferentes temperaturas para *S. americanum*.

As sementes de *S. americanum* apresentaram a maior germinação (78%) para o potencial osmótico -0,1 MPa, sendo que, na testemunha (0), somente 70% das sementes germinaram (Figura 41, Tabela 13). O potencial osmótico de -0,2 inibiu a germinação em 41% sendo que, no potencial de -0,6 MPa, somente 8% das sementes

vieram a germinar. A germinação foi completamente inibida ao potencial osmótico de -0,8MPa. O potencial hídrico base estimado foi de -0,93 MPa (Figura 42).

A disponibilidade hídrica é um fator limitante na germinação de *S. americanum* assim como para a maioria das espécies vegetais. A redução na germinação já era esperada, uma vez que o processo de absorção e hidratação dos tecidos da semente são necessárias para que ocorra uma sequência ordenada de eventos metabólicos que resultam no desenvolvimento embrionário (MARCOS-FILHO; 2015).

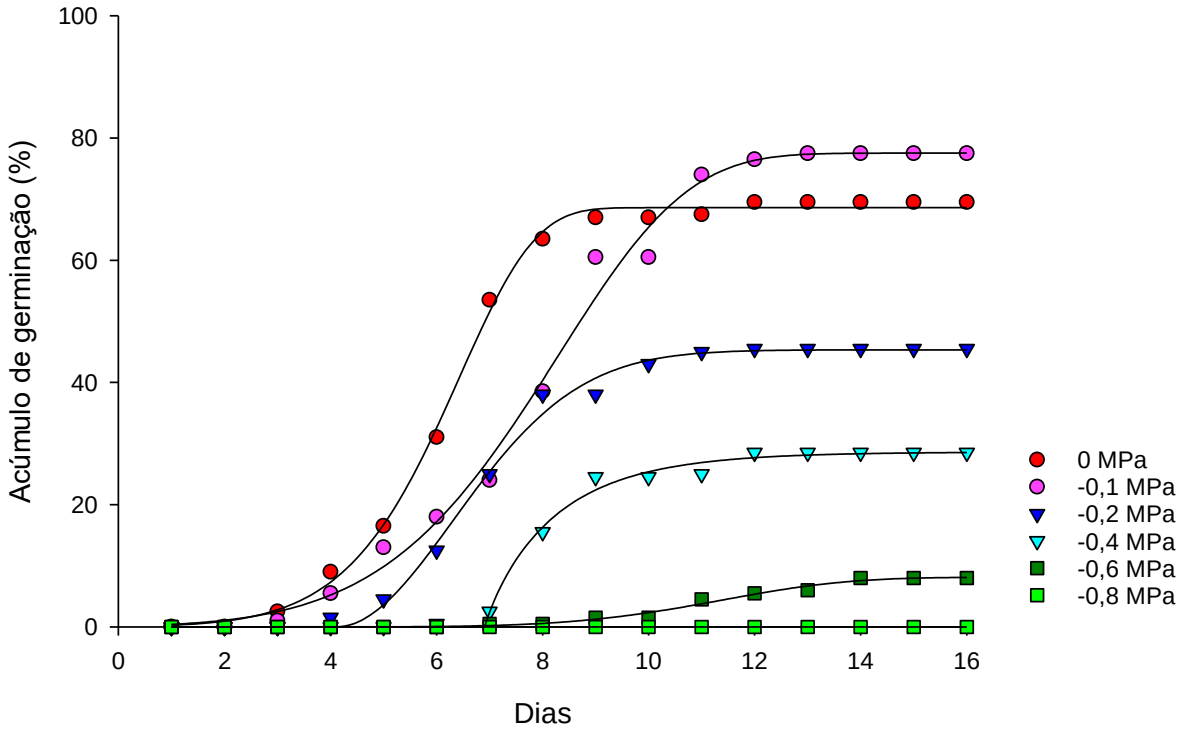

Figura 41. Curvas cumulativas de germinação para *S. americanum* sob diferentes potenciais hídricos em função do tempo em dias.

Tabela 21 Parâmetros estimados (a, T_{50}, b, c) da função de Weibull ajustada aos dados de Potencial hídrico da figura 41.

Solanum americanum									
Potencial hídrico	**a**		**T_{50}**		**b**		**c**		**R^2**
0 Mpa	68,61	±0,47	6,09	±0,05	13,52	±9,26^{ns}	10,38	±7,51^{ns}	0,99
-0,1 Mpa	77,53	±1,4	7,88	±0,13	14,03	±9,56^{ns}	6,65	±4,96^{ns}	0,99
-0,2 Mpa	45,35	±0,60	6,75	±0,09	3,19	±0,60	1,93	±0,45^{ns}	0,99
-0,4 Mpa	28,61	±0,65	1,31	±0,14	0,9	±0,17	7,78	±0,09^{ns}	0,99
-0,6 Mpa	8,12	±0,38	11,18	±0,19	8,96	±6,51^{ns}	4,62	±3,95^{ns}	0,98

^{ns} não significativo. Os potenciais hídricos que não estão na tabela não apresentaram germinação e, portanto, não houve ajuste da regressão.

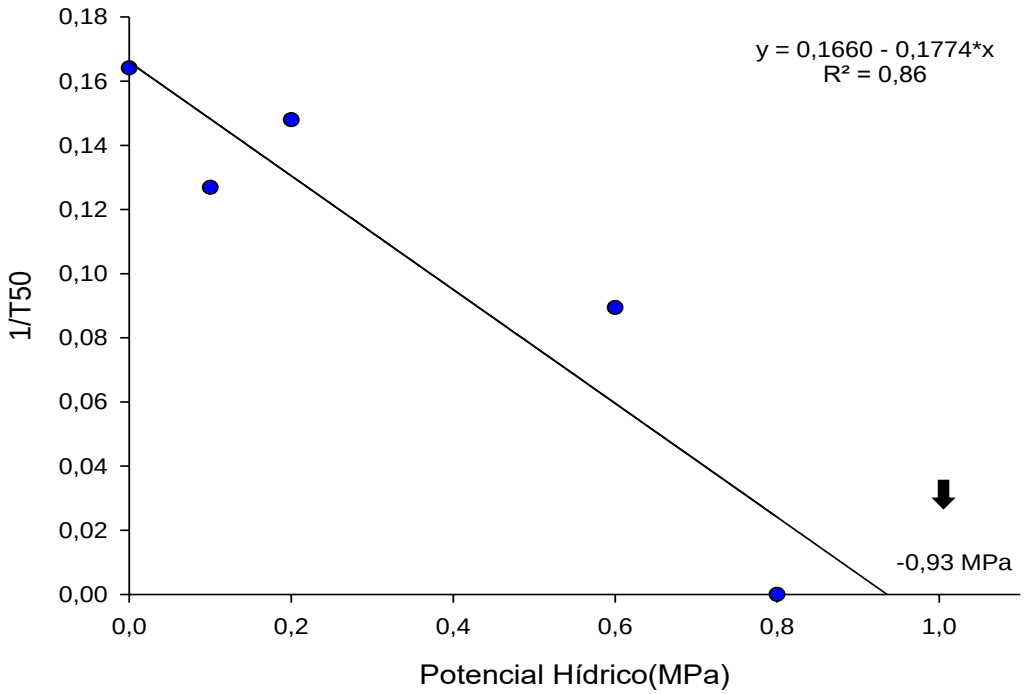

Figura 42. Linha de regressão ajustada aos resultados $1/T_{50}$, nos diferentes potenciais hídricos (Mpa) para *S. americanum*.

No geral, para todas as espécies, observou-se que baixas temperaturas (< 20 °C) retardaram início do processo de germinação para todas as espécies. De acordo com Gutiérrez e Minelli (1990), a germinação tardia sob temperaturas mais baixas ocorre devido a menor intensidade de respiração, tornando o processo de germinativo mais lento. Além disso, as baixas temperaturas provocam o decréscimo acentuado da velocidade de germinação devido aos efeitos sobre a velocidade de embebição e a mobilização de reservas das sementes (MARCOS-FILHO, 2015).

As baixas temperaturas durante o processo de germinação também reduzem as atividades enzimáticas envolvidas no início do processo, podendo deixar de ocorrer a germinação (BEWLEY; BLACK, 1994). De acordo com Labouriau e Labouriau (1997), muitas proteínas enzimáticas, em condições de baixas temperaturas, acabam se dobrando excessivamente, de modo que seus centros ativos não são alcançados pelos respetivos substratos, inviabilizando a reação.

Por outro lado, sob temperaturas próximas das ideais para a germinação das espécies, a germinação ocorreu mais rapidamente. A antecipação da germinação ocorre devido ao aumento da velocidade de absorção de água e das atividades

enzimáticas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Segundo Bewley et al. (2013) o aumento da temperatura torna a água mais fluida e aumenta sua energia cinética, facilitando a sua movimentação do substrato para as sementes, e, consequentemente, aumentando a embebição das sementes, assim como a velocidade das reações do metabolismo.

As altas temperaturas (acima de 35 °C), durante a germinação das sementes acabam provocando o estresse, ocasionando a inibição ou a dormência térmica, ou até mesmo a perda da viabilidade das sementes. As altas temperaturas acarretam na diminuição do suprimento de aminoácidos livres, da síntese protéica, da síntese de RNA e das reações anabólicas. De maneira geral, as altas temperaturas desnaturam proteínas e alteram a permeabilidade da membrana, ocasionando a perda de material (CASTRO; VIEIRA, 2001).

De acordo com Bewley, Black, (1994), as sementes germinam dentro de uma faixa de temperatura característica para cada espécie, mas o tempo necessário para se obter a percentagem máxima de germinação depende da temperatura do meio em que estão inseridas. Temperaturas inferiores ou superiores a faixa de temperatura ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, expondo as plântulas por mais tempo a fatores adversos e reduzindo a percentagem total de germinação (CASSARO-SILVA, 2001; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Do mesmo modo que a temperatura, observou-se tendência de redução da germinação quando as plantas foram expostas a condições de déficit hídrico. Nesse sentido, o *L. sibiricus* e a *D. insularis* demonstraram serem mais sensíveis ao estresse hídrico do que a *C. canadensis, B. subalternans, e S. americanum*. que foram capazes de germinar em potencial hídricos mais negativos (Tabela 22). As diferenças podem estar relacionadas ao tipo da semente, seu tegumento, tamanho, dentre outros fatores.

A redução da germinação das sementes submetidas ao estresse hídrico se deve a menor difusibilidade da água através do tegumento, bem como ao prolongamento da fase estacionária que ocorre devido a redução da atividade enzimática e, consequentemente, menor desenvolvimento meristemático e emissão da raiz primária (HADAS; 1976), Além disso, potenciais hídricos decrescentes causam redução da atividade respiratória das sementes durante a germinação, causando inibição da germinação, pois é a partir desse processo que seriam formadas

moléculas de ATP, necessárias ao desencadeamento dos processos germinativos (CID; OLIVA; CARDOSO, 1981).

De acordo com Marcos Filho (2015), a medida em que o potencial osmótico se torna mais baixo, a quantidade de água absorvida pelas sementes é reduzida em função do menor potencial osmótico disponível no meio, que impossibilita a reidratação e inibe a capacidade de síntese e a atividade das enzimas hidrolíticas necessárias para a germinação, afetando a expansão celular.

Essas respostas diferentes de temperaturas base e ótimas e os potenciais hídricos encontradas podem ser explicadas pelo fato de que as espécies pertencerem à diferentes famílias botânicas diferentes espécies distintas, sendo que e que cada espécie desenvolveu ao longo do processo evolutivo, diferentes mecanismos de adaptação às condições ambientais e agronômicas (LODDO et al., 2014), podendo haver variação nas próprias espécies. Além disso, as diferenças entre as espécies podem ainda estar relacionado ao nível e mecanismo de dormência que cada espécie apresenta (BASTIANI et al., 2015; BENECH-ARNOLD et al., 2000; ZANDONÁ et al., 2019)

A temperatura base e o potencial base para a germinação são parâmetros de suma importância para o desenvolvimento de modelos de emergência de plantas daninhas (GRUNDY et al., 2000; COLBACH et al., 2006a, ZANDONÁ, 2019). Ambos são importantes para prever a variabilidade entre anos em tempo de germinação (GUILLEMIN et al., 2013). Com base nesses parâmetros, foi possível modelar o fluxo de emergência dessas espécies durante os cultivos de inverno e verão (Tabela 22).

Tabela 22. Parâmetros de temperatura e potencial hídrico estimados para *C. canadensis*, *L. sibiricus*, *B. pilosa*, *D. insularis* e *S. americanum,* de acordo com as figuras 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 e 42.

Espécie	**T base (°C)**	**T ótima (°C)**	**T máxima (°C)**	**Ψ base (Mpa)**	**Umidade volumétrica (cm^3 cm^{-3})**
Conyza canadensis	1,15	20	47,84	-1,34	0,299
Leonurus sibiricus	4,69	24,68	40,76	-0,68	0,317
Bidens subalternans	3,5	32,52	40,79	-1,34	0,299
Digitaria insularis	15,21	34,78	45,29	-0,8	0,312
Solanum americanum	3,63	26,06	40,37	-0,93	0,308

4.6 MODELAGEM DO FLUXO DE EMERGÊNCIA

Durante os experimentos de emergência realizados no período das safras de inverno (2020 e 2021) e verão (2020/2021), as precipitações e as temperaturas diferiram consideravelmente entre os períodos avaliados.

As precipitações observadas durante os períodos das safras de inverno demostraram que o mês de abril apresentou chuvas abaixo da média histórica para a região em ambos os anos (2020 e 2021), sendo que os acumulados não ultrapassaram os 20 mm (Figura 2). Durante o período em que ocorreu os cultivos de inverno, os meses de maio e junho foram os que registraram os maiores acumulados de precipitação. Já para o mês de agosto foi registrado precipitação somente no ano de 2020, com acumulados próximos aos 108 mm.

Mesmo com a ocorrência de precipitações durante período do inverno (2020 e 2021), os volumes acumulados de água no solo foram baixos considerando o volume de chuvas, as médias históricas de precipitação e a demanda das culturas. Aliado a isso, a mal distribuição da precipitação ao longo dos meses afetou não só a produtividade final, mas também no fluxo de emergência das plantas daninhas.

Em relação ao período do verão 2020/2021, as chuvas ocorreram de forma mais regular, assim como o volume acumulado de precipitação foi maior. Historicamente, o verão é a estação mais chuvosa no Paraná, sendo que os volumes totais acumulados são consequência direta da atuação de sistemas atmosféricos de mesoescala (tempestades isoladas, linhas de instabilidade e aglomerados de nuvens convectivas), associados ao maior aquecimento diurno e à maior disponibilidade de umidade do ar (SIMEPAR, 2022). No mês de janeiro foi registrado a maior precipitação, com o acumulado próximo aos 300 mm.

Foi observado que a má distribuição da precipitação tende a proporcionar diferenças na umidade do solo. A elevação da umidade volumétrica do solo ocorreu logo após as precipitações, onde, acúmulos maiores com baixa frequência tenderam a manter a umidade do solo por curto período de tempo, enquanto que a ocorrência de chuvas bem distribuídas tenderam a manter a umidade do solo favorável a emergência de plantas daninhas por um maior período de tempo (Figura 4).

Foi possível observar também que, mesmo a umidade volumétrica baixa no solo, ainda sim houve a emergência de plantas daninhas. Isso ocorre devido a reidratação do solo, que mesmo em baixas quantidades de precipitação após um período de deficiência hídrica, estimulam a emergência de plantas daninhas (ROYO-ESNAL et al., 2012; WERLE et al., 2014b; SOHRABI et al., 2016). Isso ocorre porque as camadas superficiais do solo retêm umidade suficiente para a reidratação das sementes e ativação dos processos de germinação e emergência.

Em relação as temperaturas, durante o período em que foram realizadas as avaliações, foram observados que, para os meses de junho e julho, foram registradas as temperaturas mais baixas (Figura 2 e 3). Entretanto, a maior emergência de plantas daninhas ocorreu nesse período, possivelmente devido ao retorno das chuvas que ocorreram no final do mês de maio e nos meses de junho e julho, que estimularam os fluxos de emergência. As altas temperaturas no período do verão de 2020-2021 aliado às frequentes precipitações também favoreceram a emergência de plantas daninhas nesse período.

Durante as avaliações, a menor temperatura média do solo registrada foi de 16 ° C, estando acima das temperaturas bases calculadas de acordo com os testes de germinação. A temperatura máxima do solo não excedeu 28,2 °C. Portanto, as temperaturas mínima e máxima ficaram dentro da faixa consideradas para germinação.

As características dos fluxos de emergência das três espécies associado as condições ambientais possibilitaram o desenvolvimento do modelo de predição de emergência no tempo térmico (TT) e tempo hidrotérmico (TH). Ambos os modelos descreveram a emergência das espécies nas duas épocas de acompanhamento (safra de inverno e safra de verão).

No geral, para as três espécies, o R^2 calculados variaram de 0,70 a 0,99 para o TT e TH, enquanto os valores de o RMSE variaram de 1,97 a 24,10 % para TT e 2,91 a 24,85 % para TH, indicando a precisão dos modelos. Segundo McMaster, Wilhelm e Morgan, (1992), valores baixos de RMSE indicam que os valores mensurados são semelhantes aos valores simulados.

De acordo com Royo-esnal et al. (2010); valores de RMSE acima de 15 % são considerados insuficientes para a predição. No entanto, García et al. (2013) relataram valores de RMSE variando de 2.2 a 18.0 % para um modelo hidrotermal de

emergência de *Bromus diandrus*, enquanto WERLE et al. (2014a), ao prever a emergência de 23 espécies de plantas daninhas anuais de verão relataram valores de RMSE entre 4,02 a 17,35 %. Os valores de RMSE acima dos 15% podem estar relacionados ao baixo número de pontos amostrais e o maior intervalo entre as coletas (ZAMBRANO-NAVEA; BASTIDA; GONZALEZ-ANDUJAR, 2013; TIWARI et al., 2021).

As previsibilidades dos modelos de TT e TH diferiram entre os manejos, para as mesmas espécies de plantas daninhas. As práticas de manejos adotados e as condições ambientais podem ter influenciado a emergência das espécies estudadas no banco de sementes no solo. Segundo Chauhan; Gill e Preston, (2006b) as práticas agrícolas que não promovam o revolvimento do solo permitem que uma grande quantidade de sementes permaneçam na superfície, tendendo a promover um esgotamento mais rápido do banco de sementes do solo. Em contrapartida, as práticas agrícolas que promovem o raso enterrio das sementes (semeadura direta, capina mecânica) promovem a emergência de plantas por um maior período de tempo.

A utilização de plantas de cobertura durante o inverno que proporcionem o recobrimento total sobre o solo também podem causar o impedimento físico a germinação de sementes de plantas daninhas, devido ao sombreamento do solo, que impede a germinação de espécies fotoblásticas positivas, a ocupação de espaço ou pelo impedimento biológico, causado pela utilização de recursos. A presença de palhada sobre o solo também reduz densidade de plantas daninhas (PEREIRA et al., 2011).

As datas em que foram realizada as semeaduras também podem ter influenciado no acúmulo de TT e TH para cada manejo, no período do inverno. De acordo com Zandoná (2019), o TT necessário para 70 a 80% das plantas daninhas emergirem foi menor em épocas em que a semeadura ocorreu de forma mais tardia.

Os talhões que foram cultivados durante o inverno com milho safrinha também apresentaram o maior acúmulo de TT para a emergência de *C. canadensis* maior, em relação aos outros manejos. O Maior acúmulo de TT pode estar relacionado á época de emergência dessa espécie, que ocorreram nos meses de julho. Além disso, a estiagem que ocorreu nos meses de abril e maio nos anos de 2020 e 2021 prejudicou o desenvolvimento da cultura do milho, permitindo a maior passagem de luz nas entre linhas da cultura, favorecendo a emergência dessa espécie no campo.

No geral, os modelos TH previram a emergência de plantas daninhas num menor tempo, em relação aos modelos TT. O maior tempo de emergência nos modelos de TT pode estar relacionado as condições ambientais em que ocorreram os cultivos, pois, em alguns momentos durante os levantamentos, o potencial hídrico do solo esteve abaixo do ψb que as espécies exigem para o início da germinação. Mesmo quando os requisitos de temperatura são satisfatórios, os níveis adequados de umidade no solo são necessários para que ocorra o processo de germinação (IZQUIERDO et al., 2009). Nesse sentido, em períodos de estresse hídrico, os modelos baseados no TH melhoram a precisão dos modelos TT, por considerarem o potencial hídrico no solo, e não só a Tb (LEGUIZAMÓN et al., 2005b).

Os modelos baseados no TT e TH foram precisos para descrever a emergência de plantas daninhas. Foi possível observar também que o modelo baseado no TT se ajustaram melhor para a emergência de *C. canadensis* e *L. sibiricus*, independente da época de cultivo. Entretanto, o modelo baseado no TH se ajustou melhor para B. subalternas durante os levantamentos realizados no período do inverno.

O baixo ajuste dos modelos para alguns manejos pode estar relacionado às condições climáticas do período, uma vez que, ambos anos foram marcados por chuvas abaixo das médias históricas para região, prejudicando a emergência das plantas daninhas. Além disso, a densidade de emergência para alguns manejos foi extremamente baixa. De acordo com Royo-Esnal et al. (2015), a falta de precipitação pode causar a baixa emergência de plantas, ou até mesmo impedir a sua emergência, prejudicando no ajuste dos modelos. Sendo assim, a variabilidade na precipitação, ao longo dos anos, é extremamente desejável para o desenvolvimento de modelos baseados no clima de cada região.

Através dos modelos de emergência de plantas daninhas com base no TT e TH, é possível classificar as espécies em três padrões de emergência, precoce, médio e tardio, conforme sugerido por Dorado et al. (2009) e Werle et al. (2014a). Deste modo, a *C. canadensis* pode ser classificada como uma espécie de fluxo médio, enquanto a espécie *L. sibiricus* pode ser classificada como uma espécie de fluxo precoce ou tardio, dependendo dos manejos, por emergir sempre no início ou final dos cultivos. Entretanto, não foi possível observar um padrão para a espécie B. subalternans. A dificuldade de identificar padrões de emergência pode estar

relacionada ao curto prazo de avaliação, tornando difícil muitas vezes identificar os fatores que mais afetam a emergência das espécies (GRUNDY; 2002).

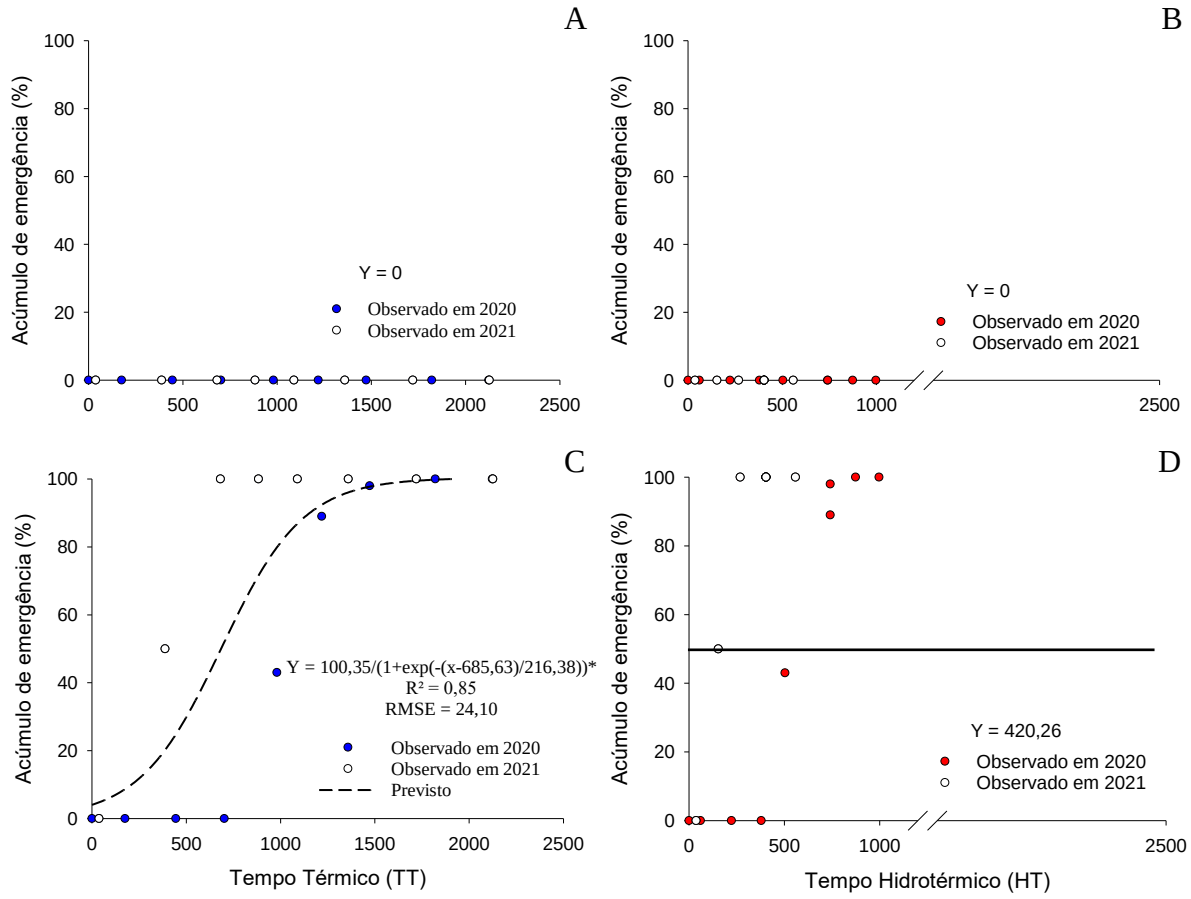

Figura 43. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

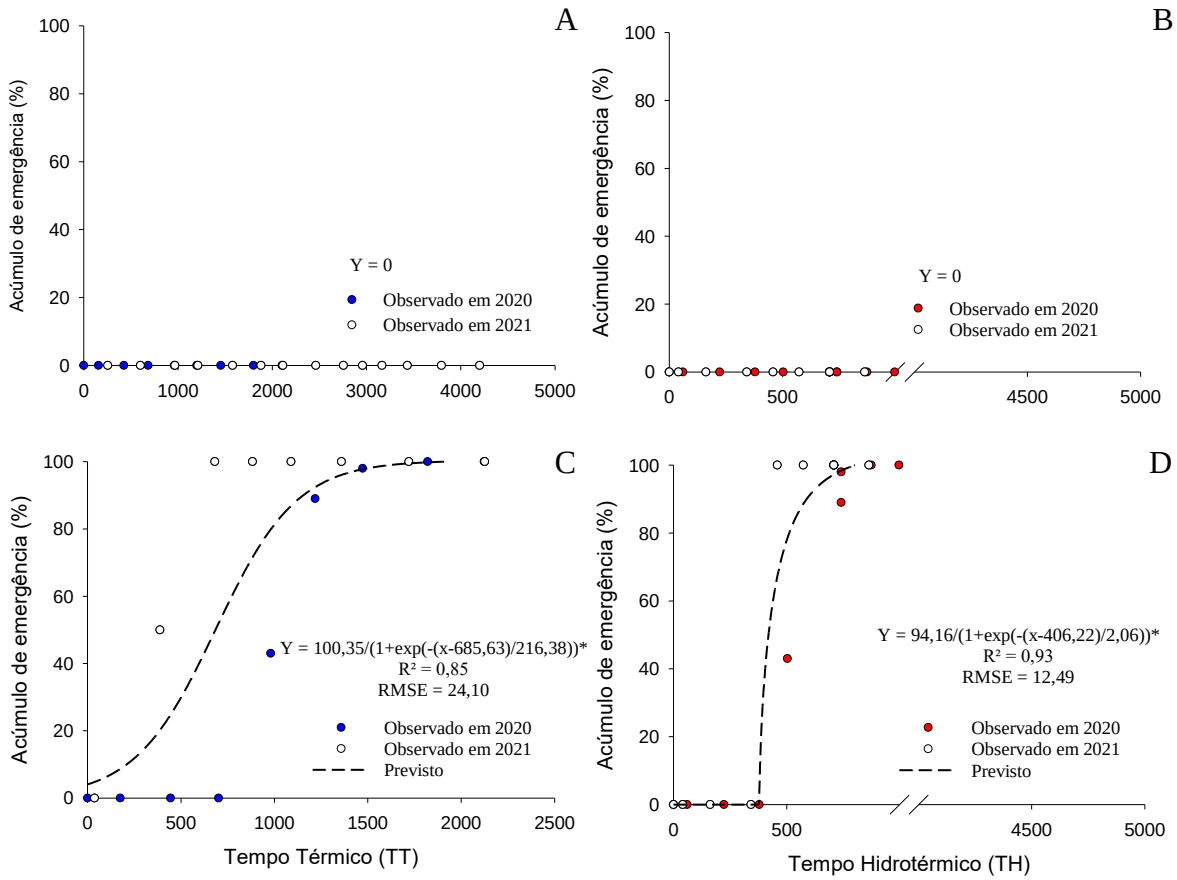

Figura 44. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

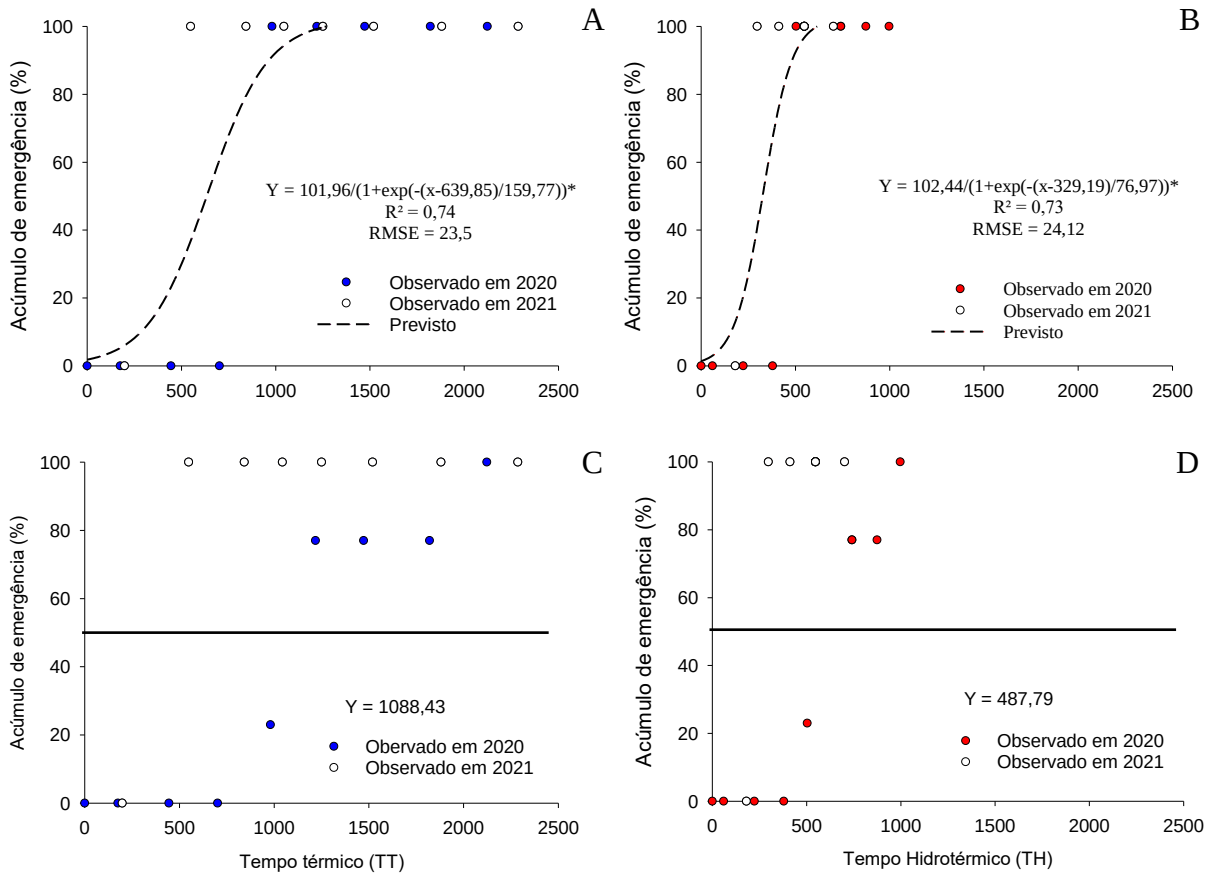

Figura 45. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

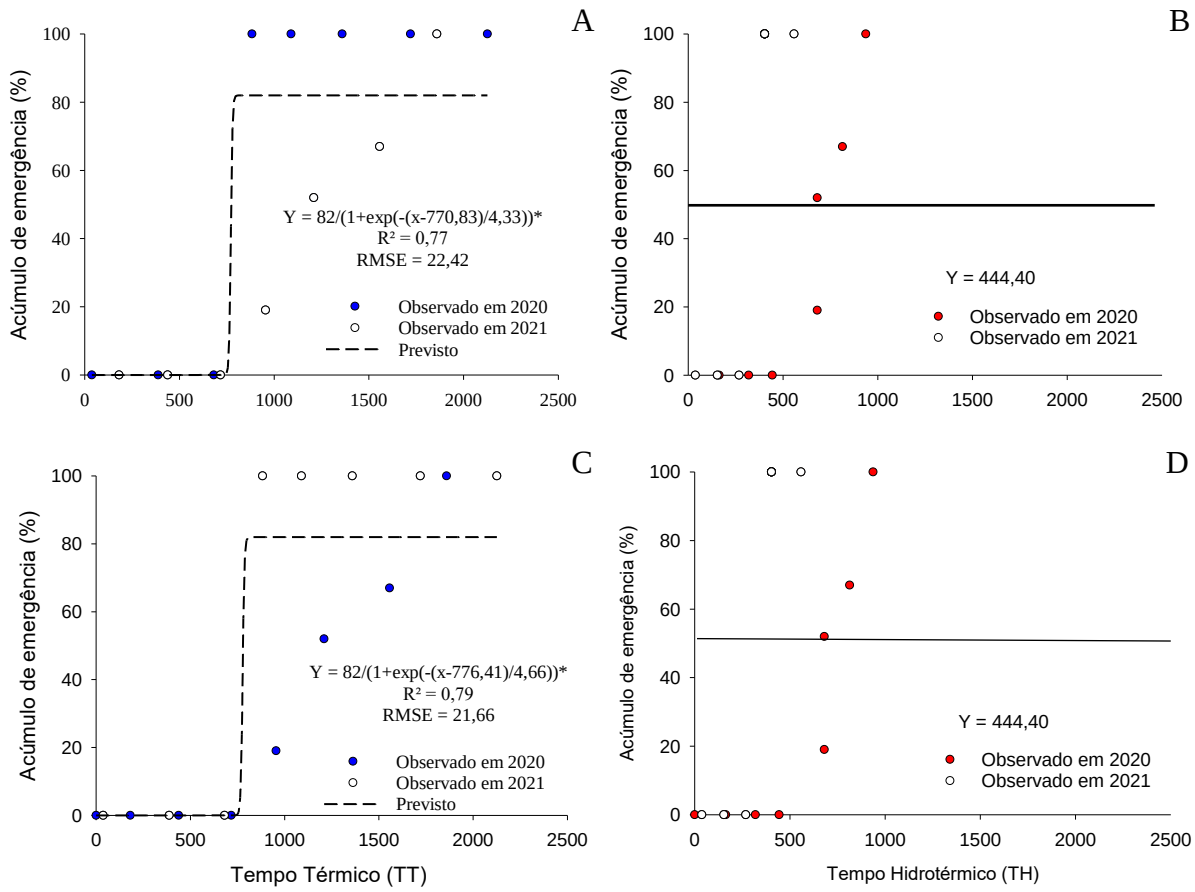

Figura 46. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

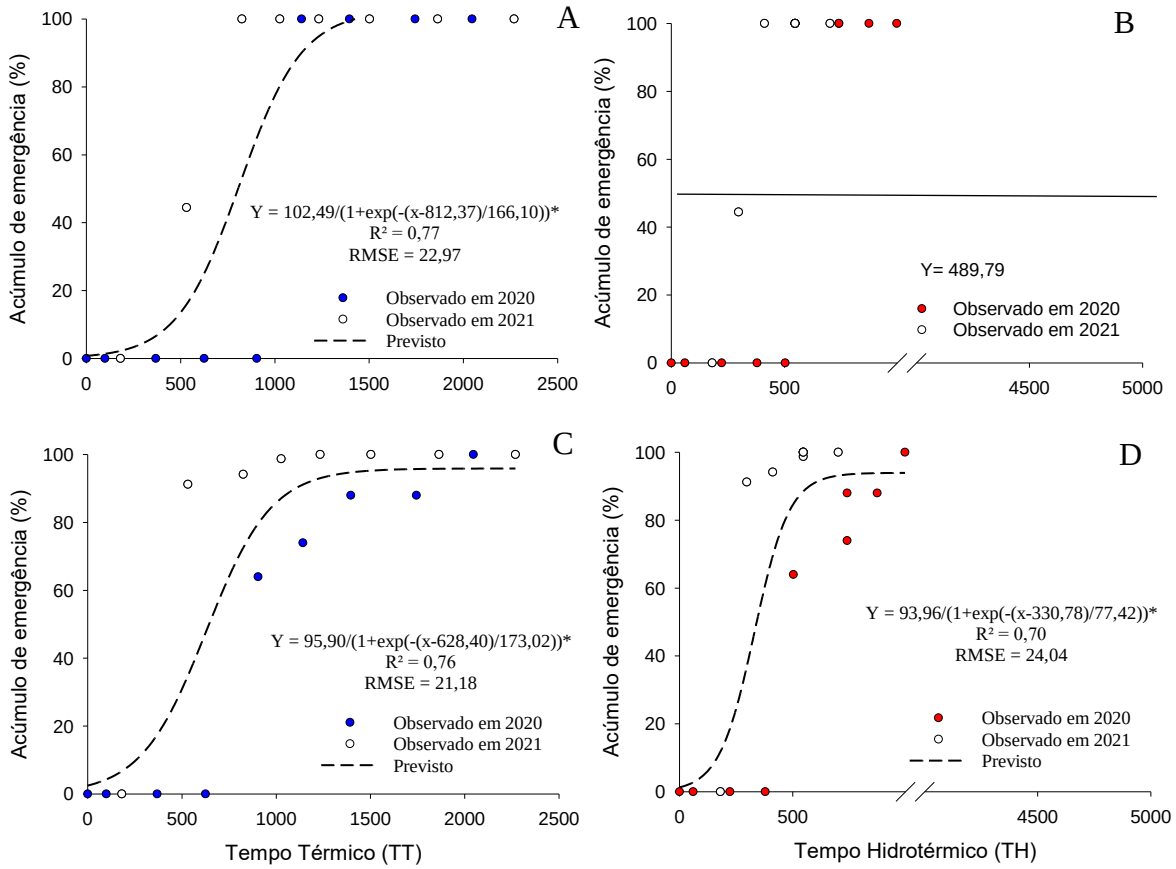

Figura 47. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

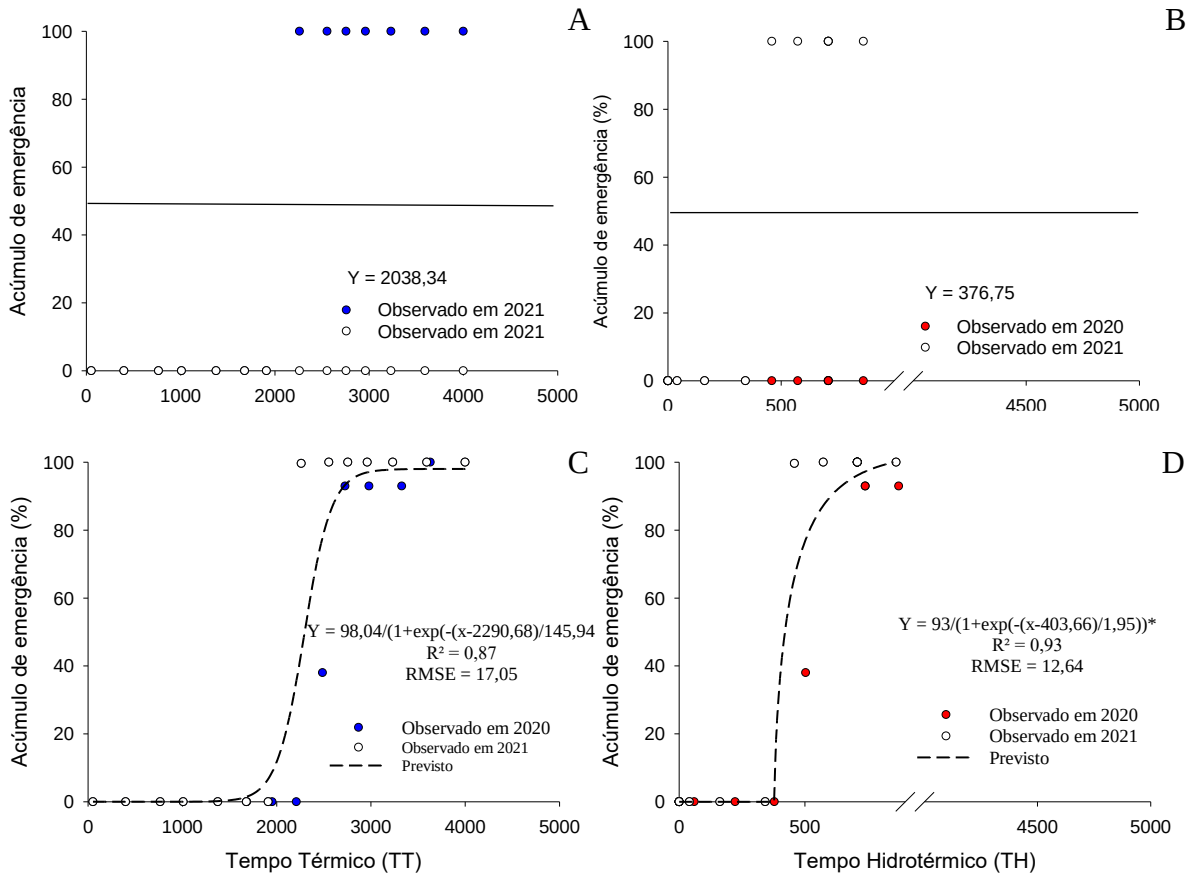

Figura 48. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Conyza canadensis* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão F. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

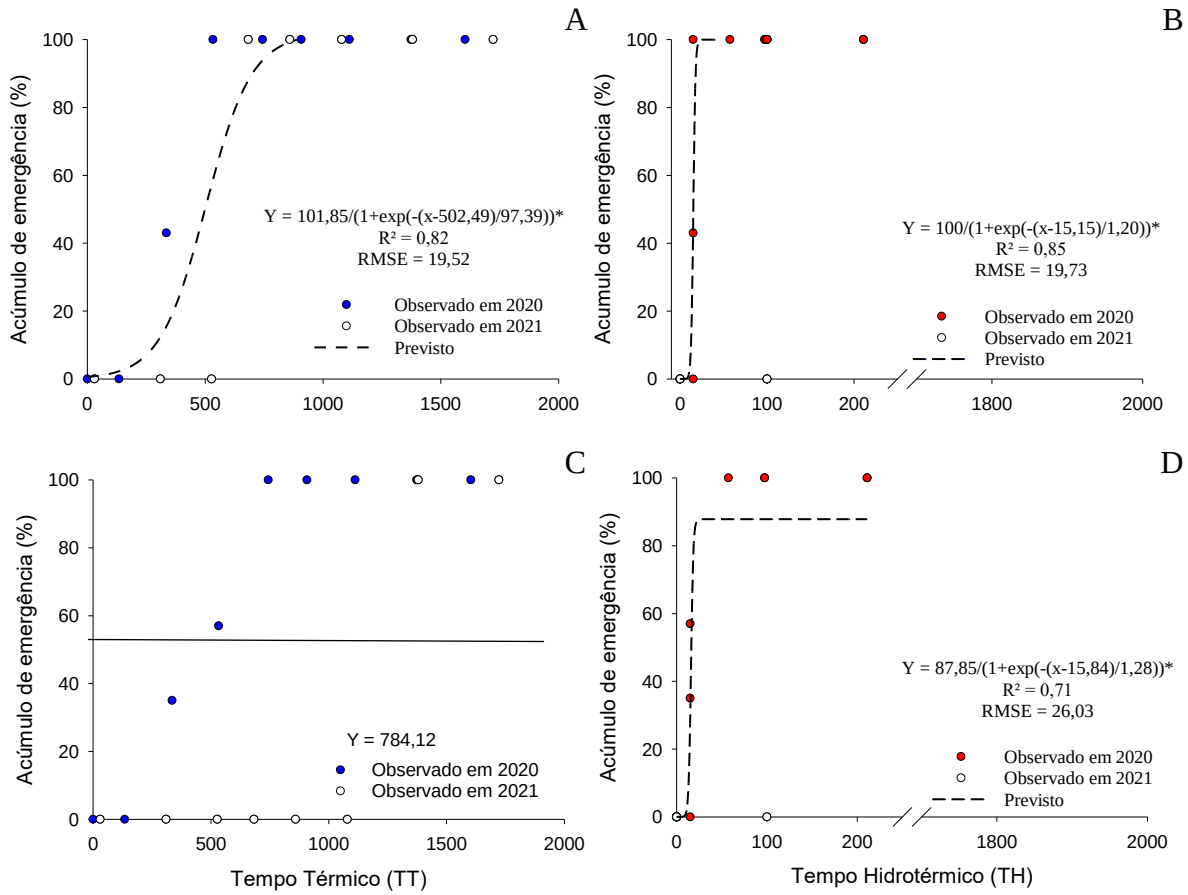

Figura 49. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

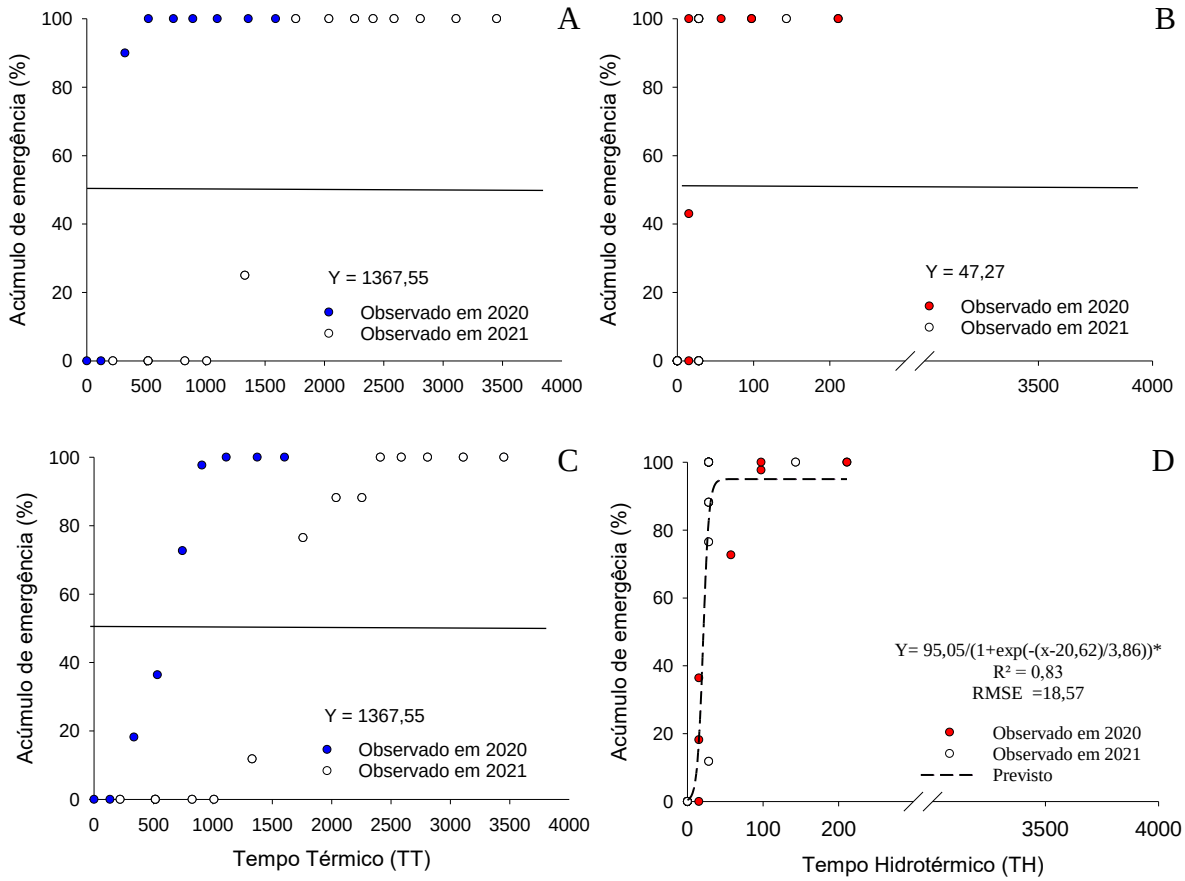

Figura 50. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

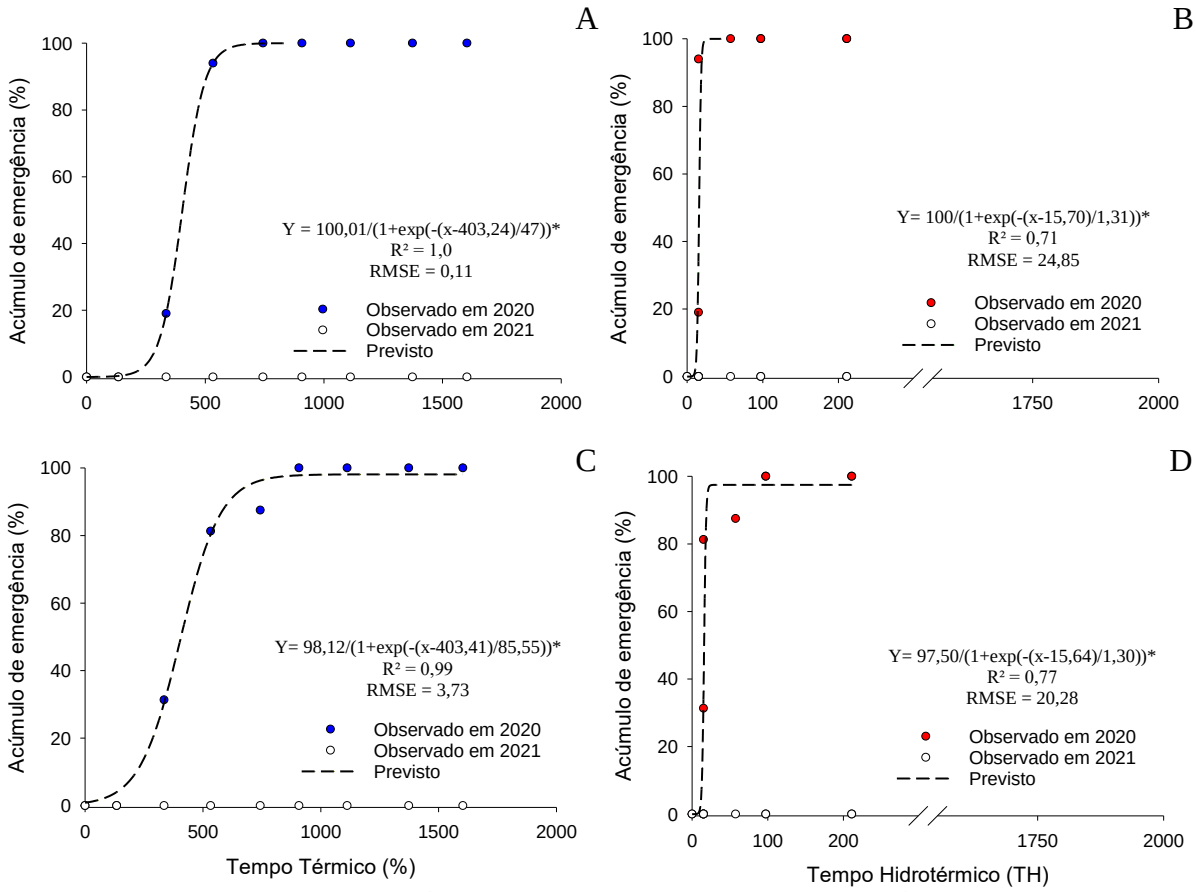

Figura 51. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

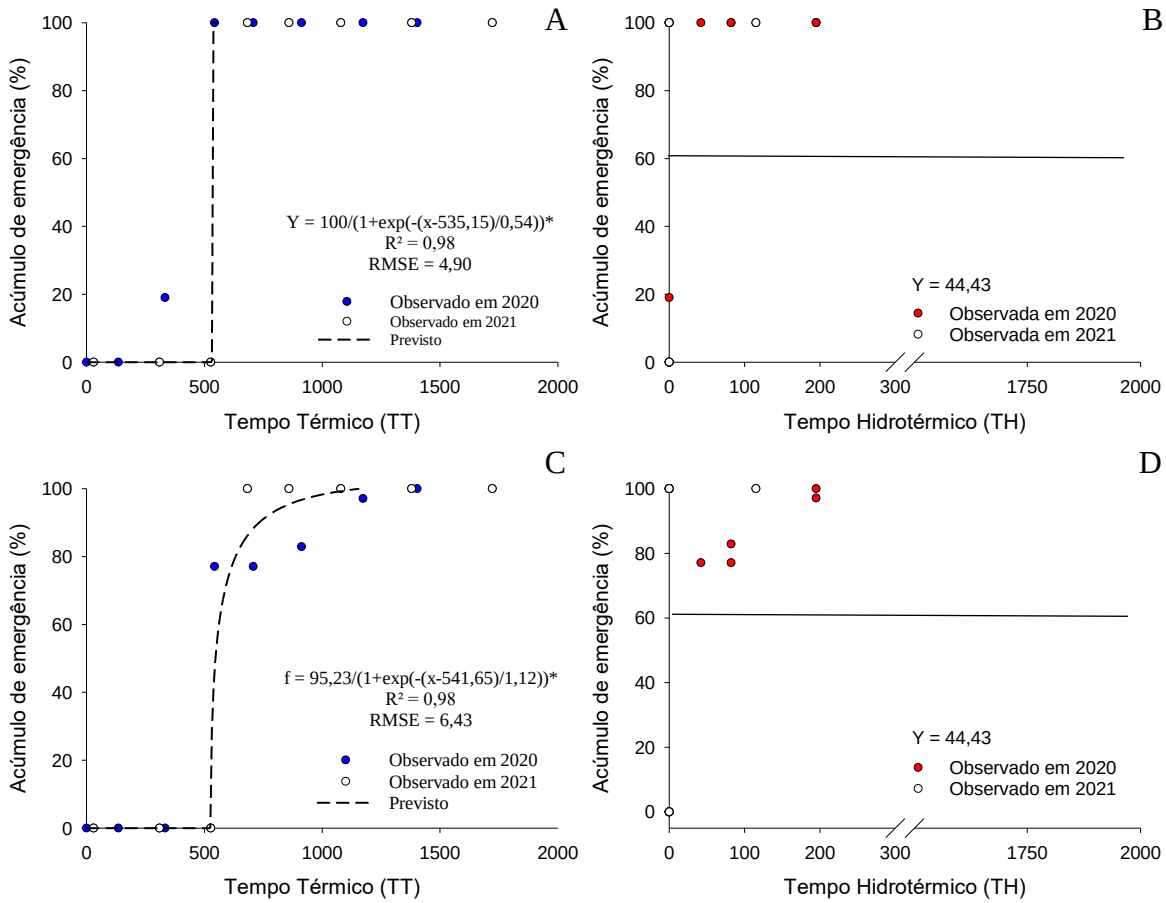

Figura 52. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

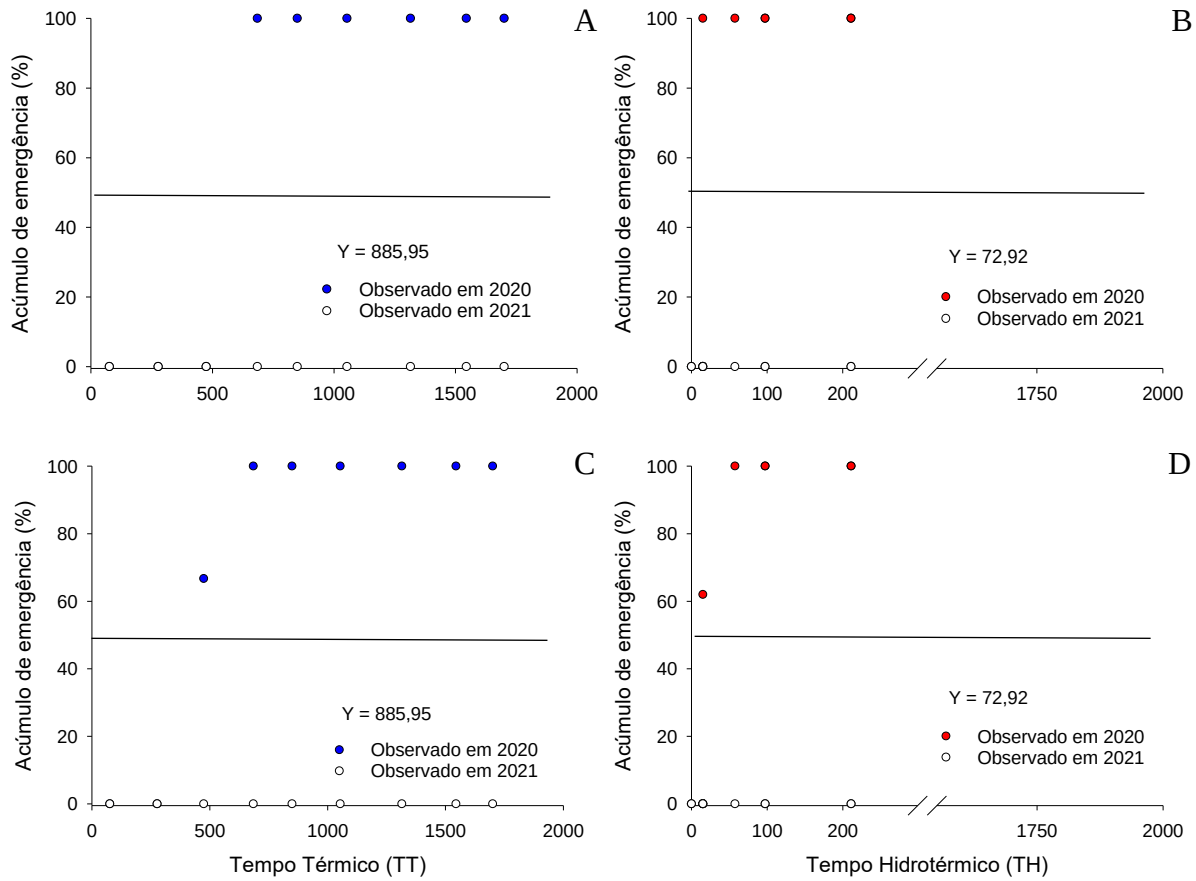

Figura 53. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

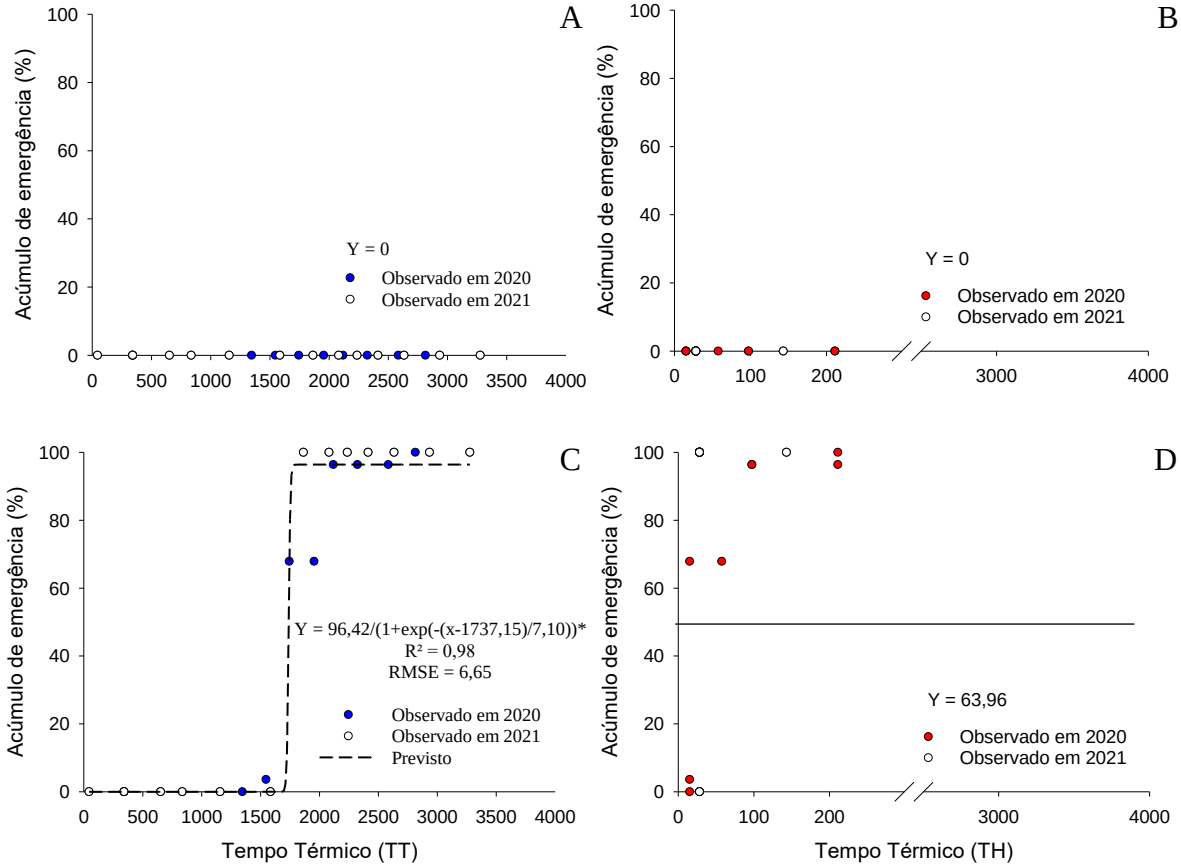

Figura 54. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão F. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

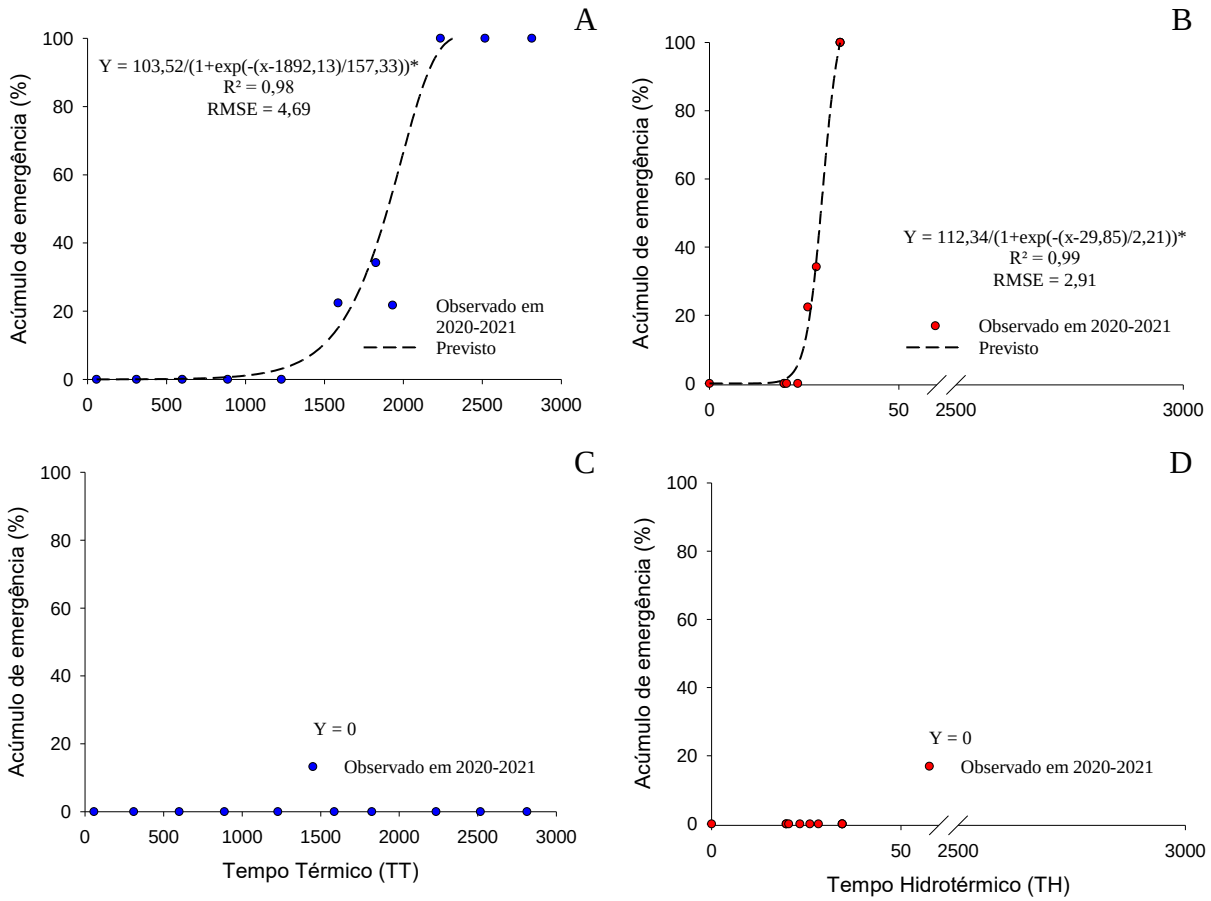

Figura 55. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

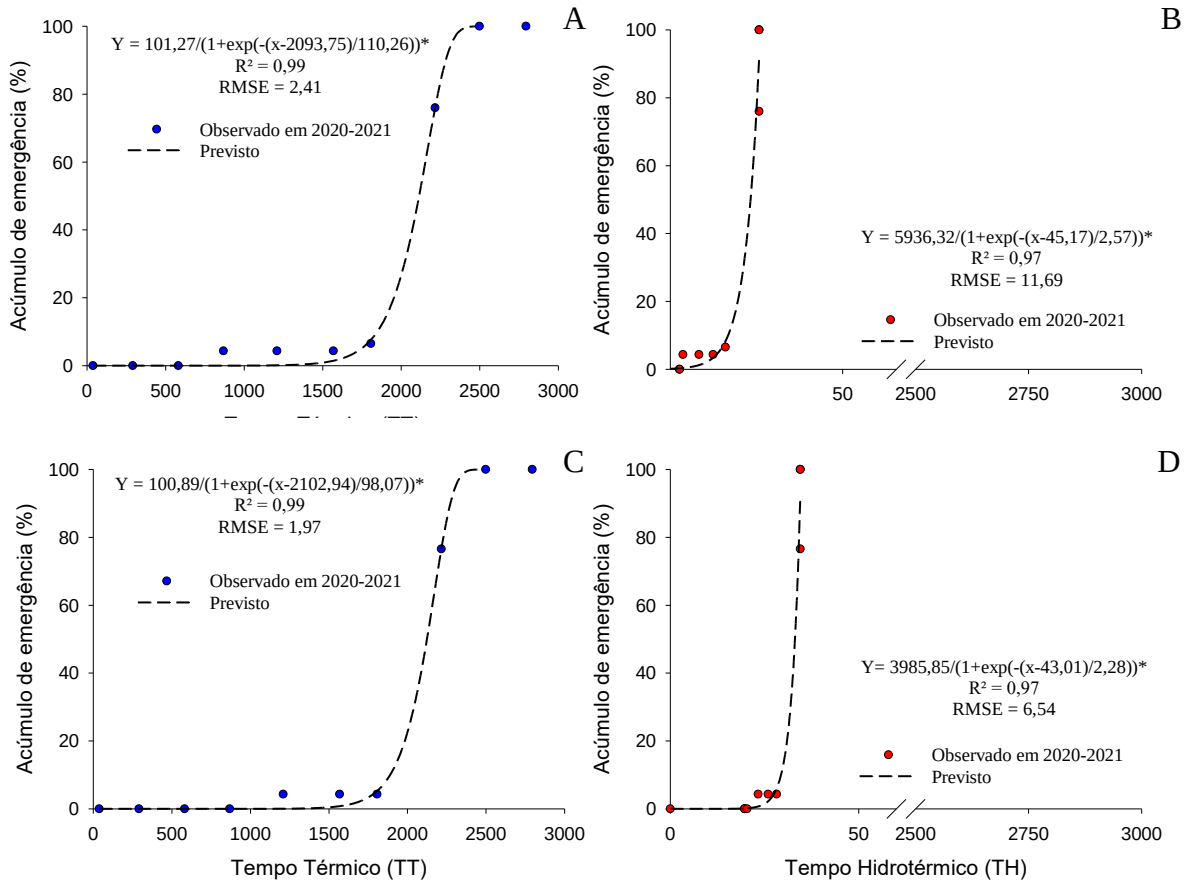

Figura 56. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

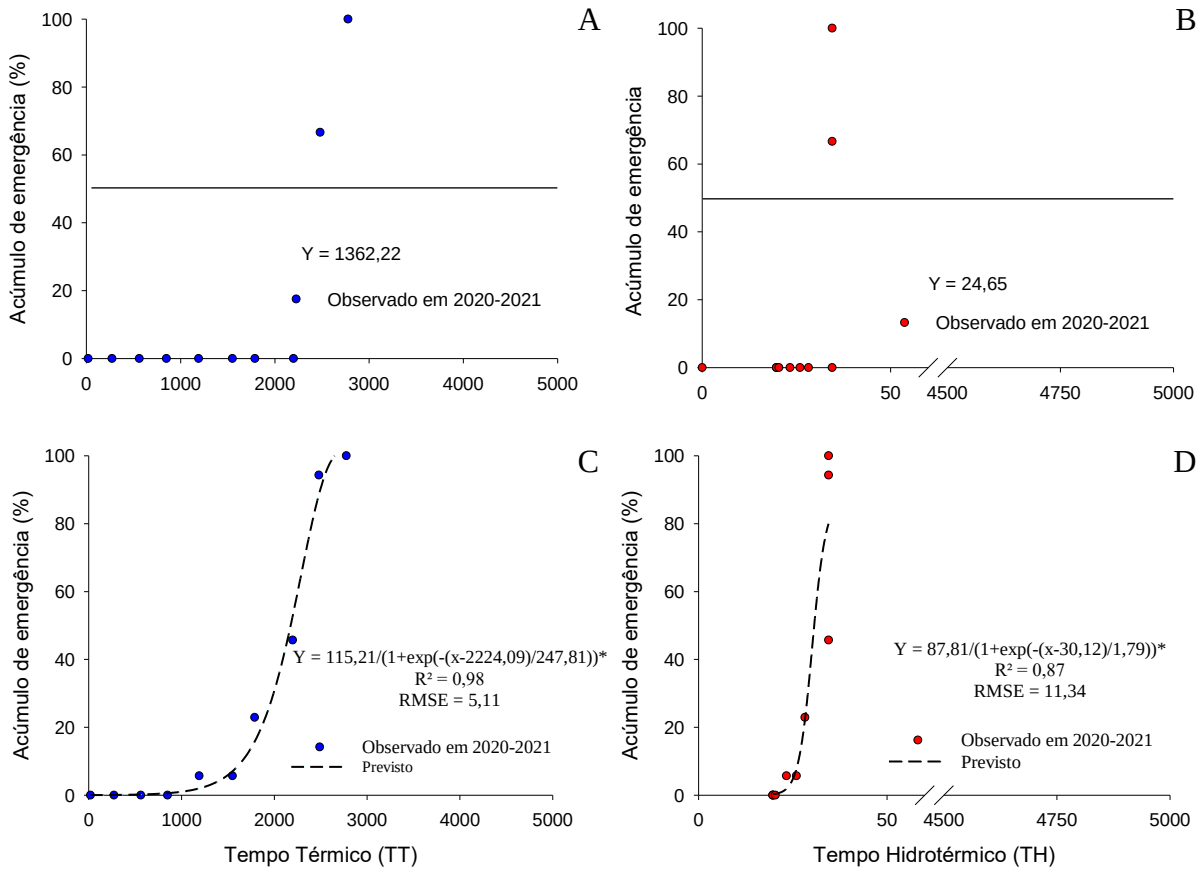

Figura 57. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

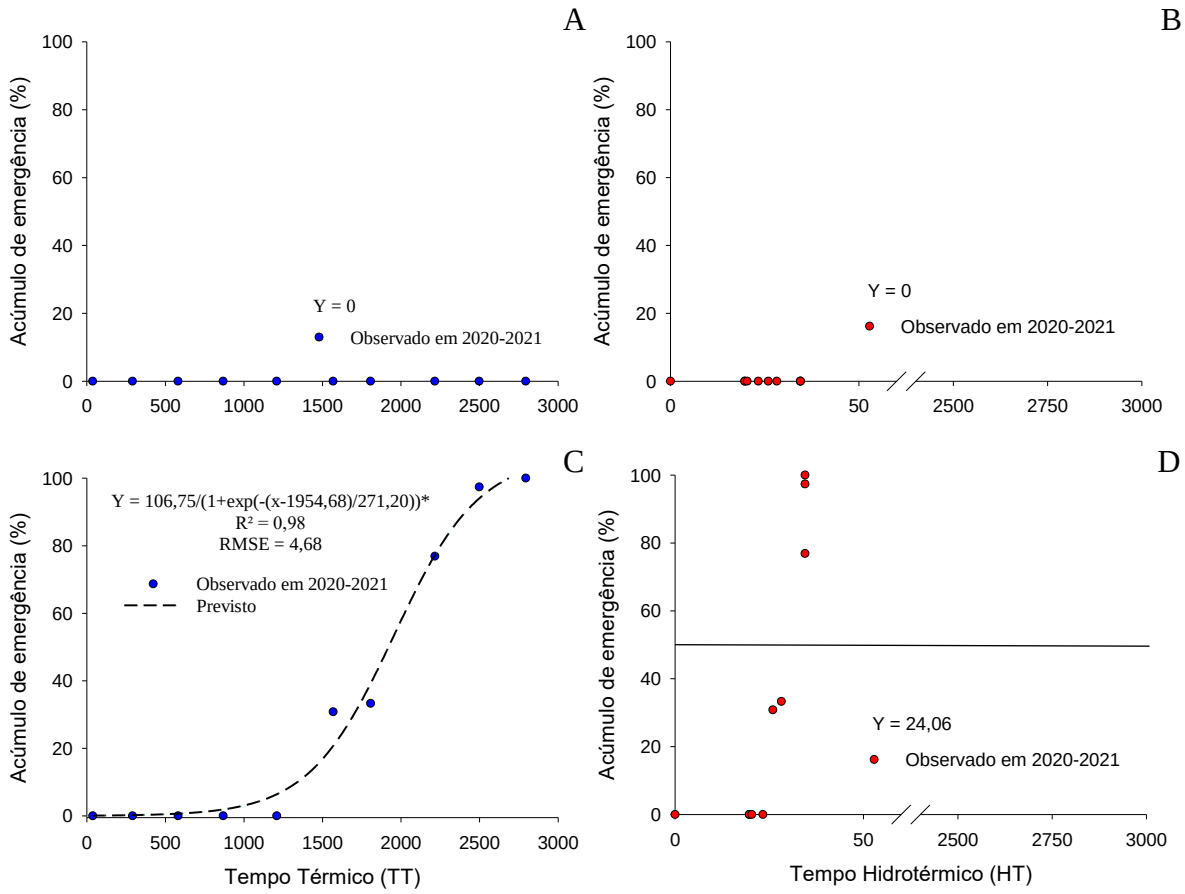

Figura 58. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

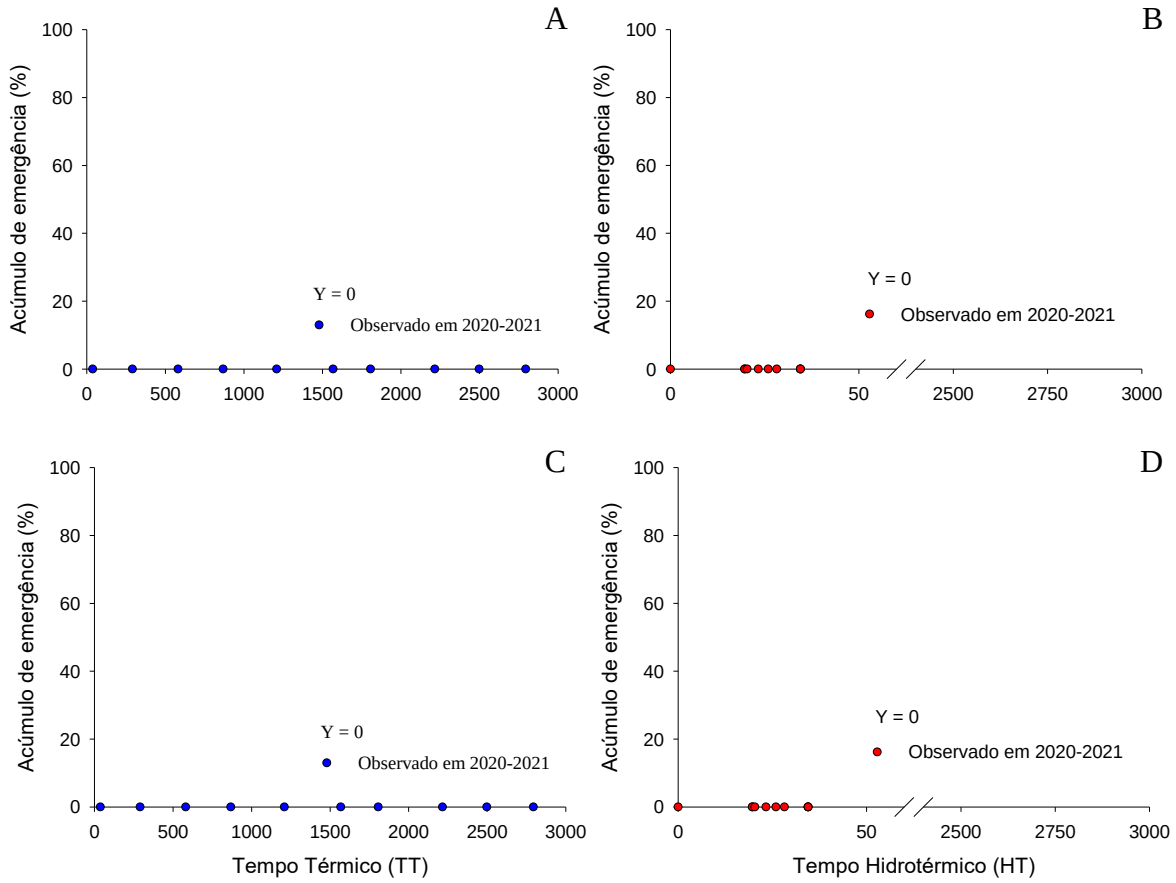

Figura 59. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

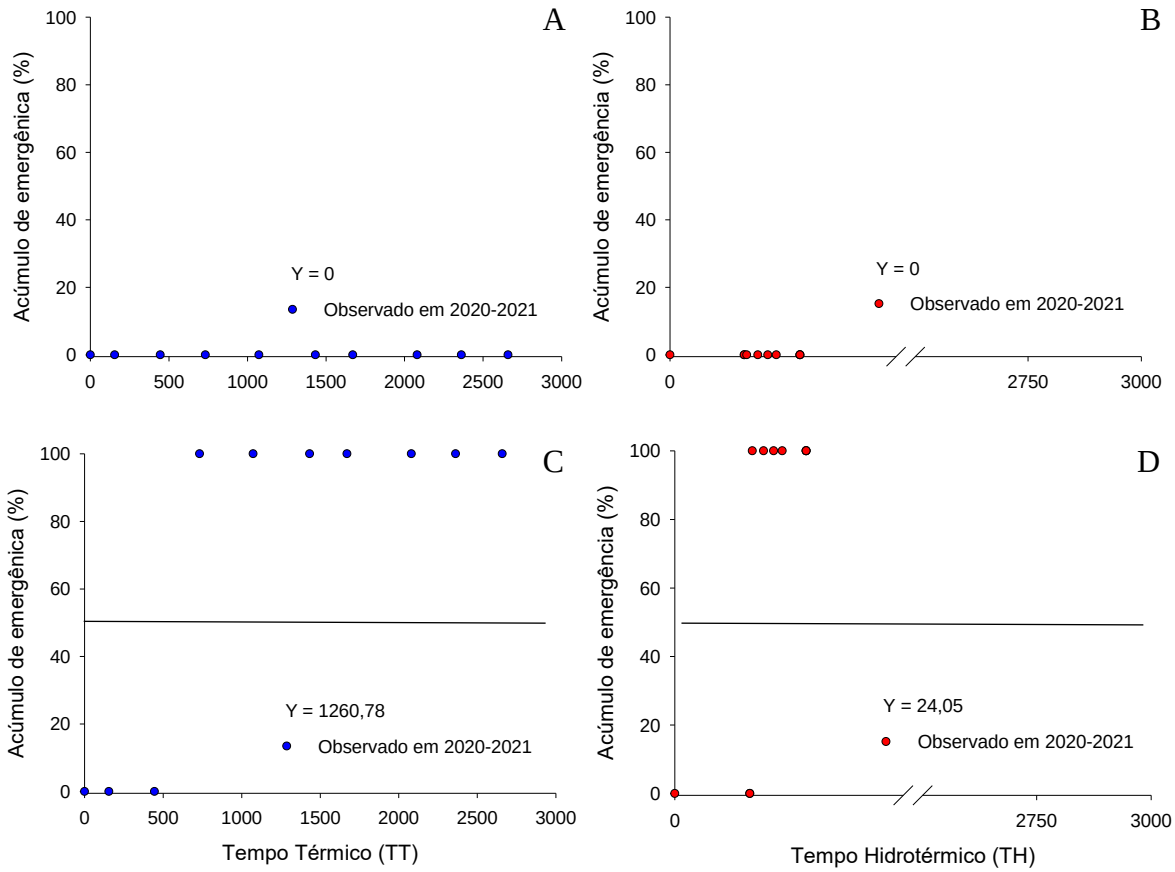

Figura 60. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Leonurus sibiricus* durante o período do verão (2020/2021) no talhão F. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

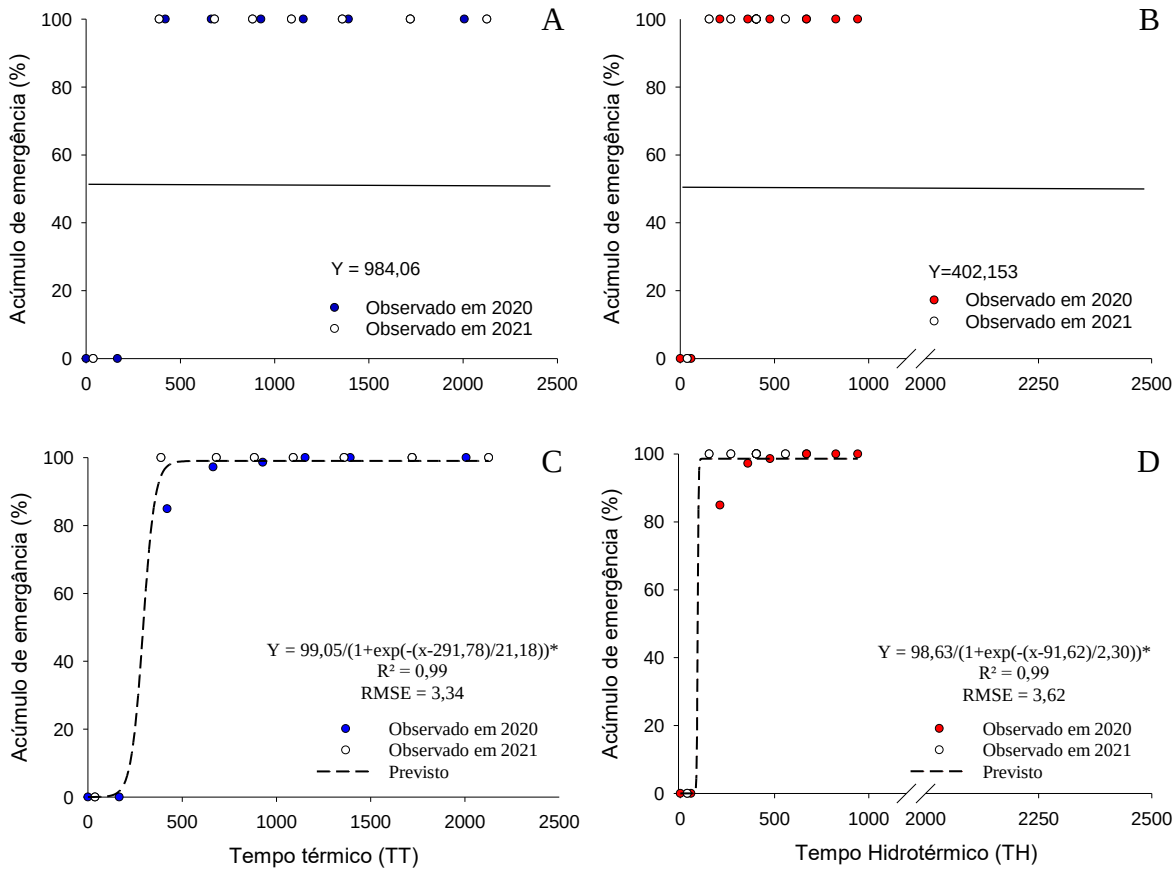

Figura 61. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

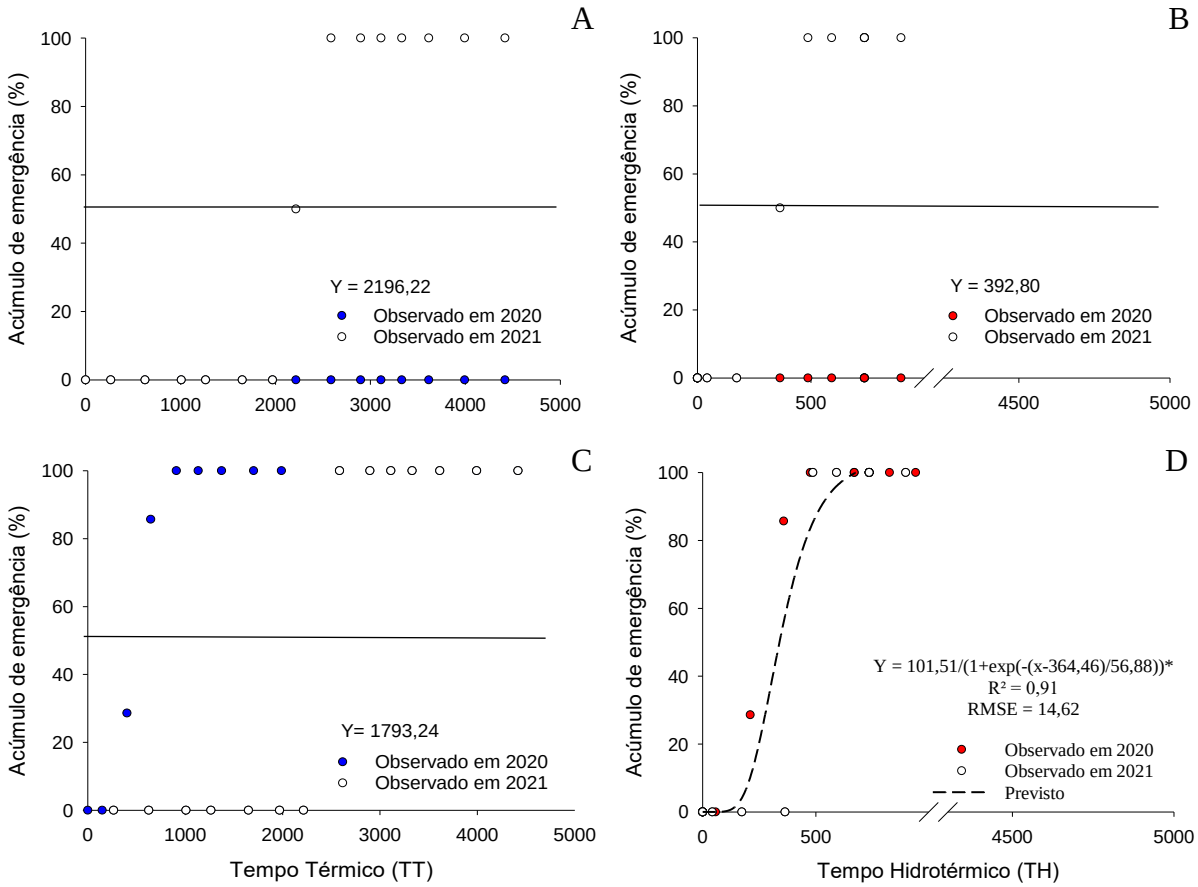

Figura 62. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

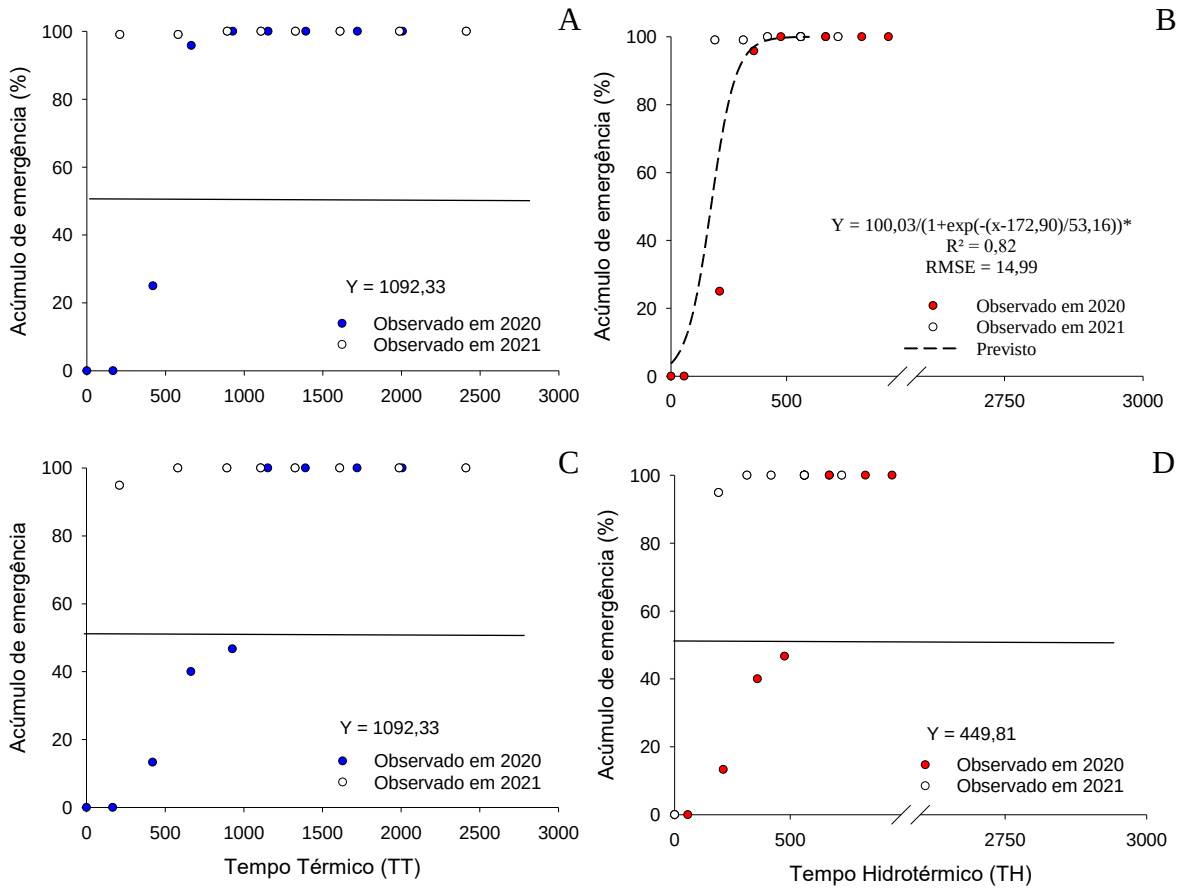

Figura 63. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

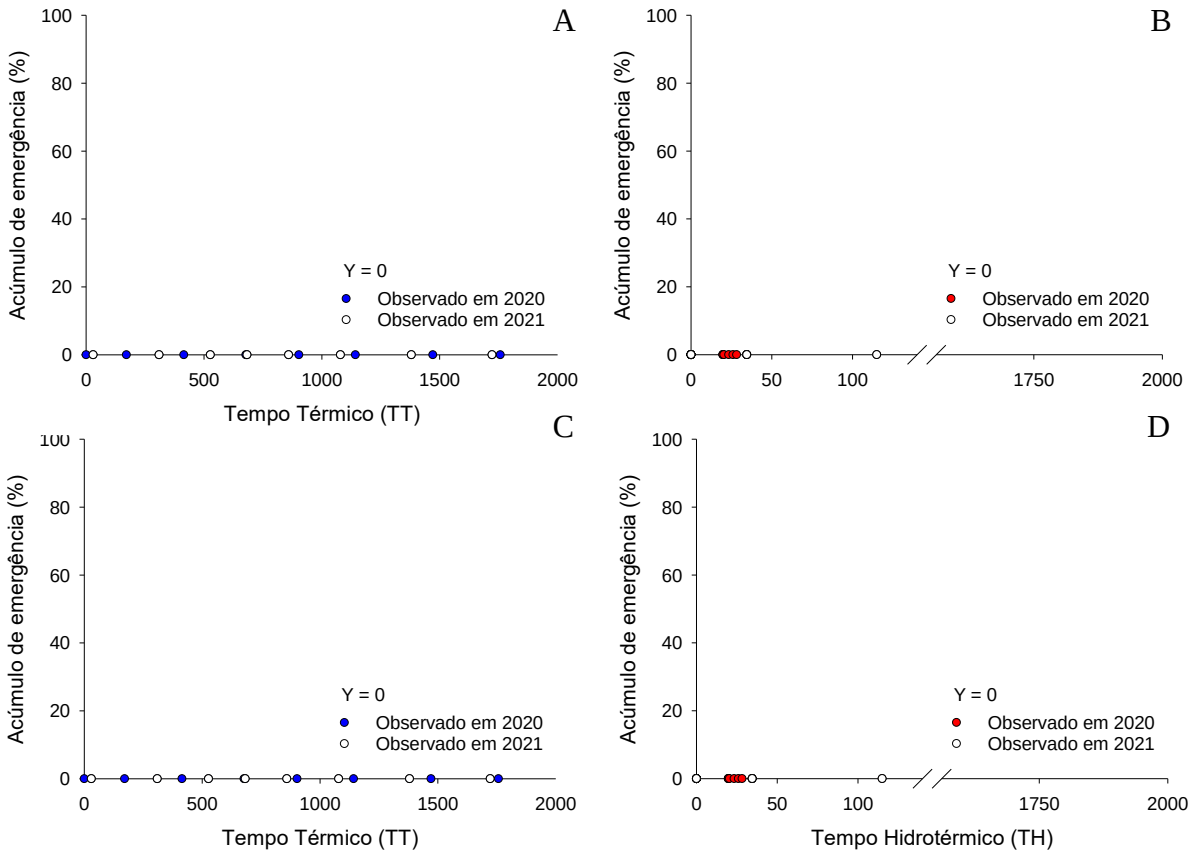

Figura 64. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

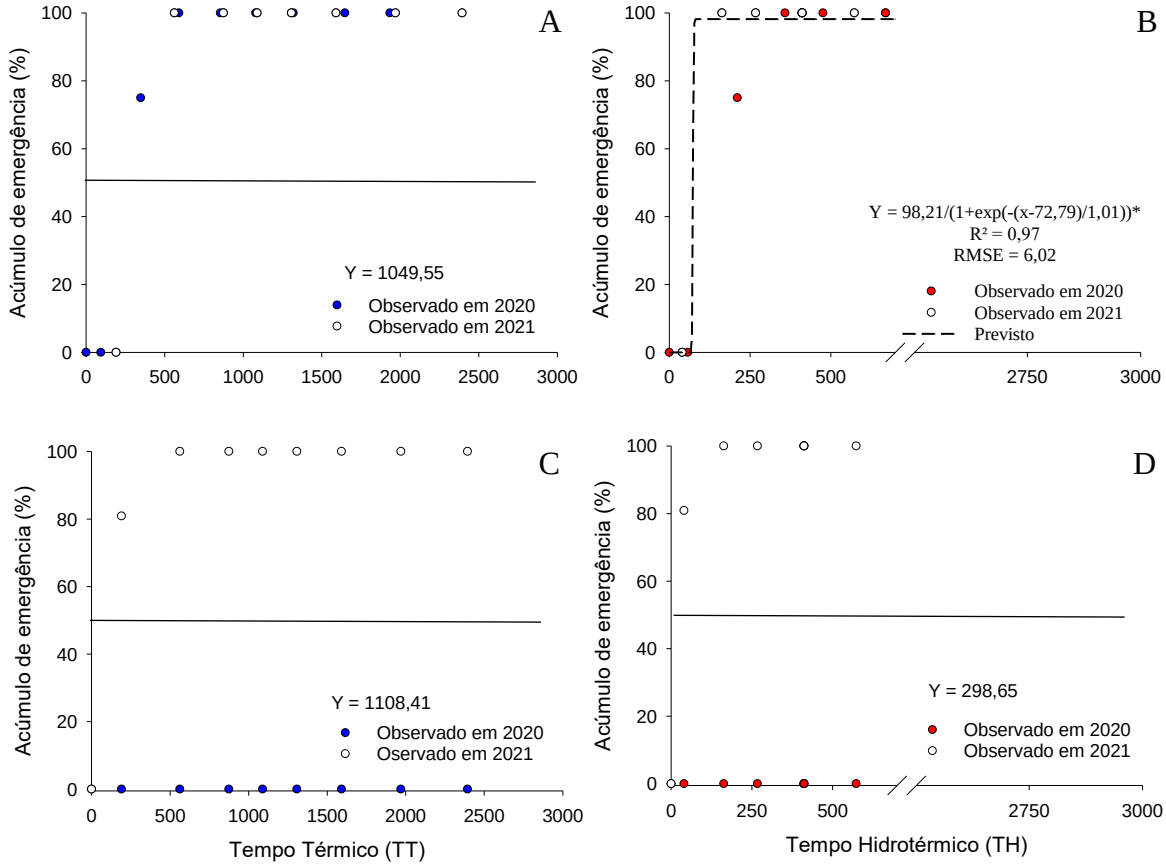

Figura 65. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

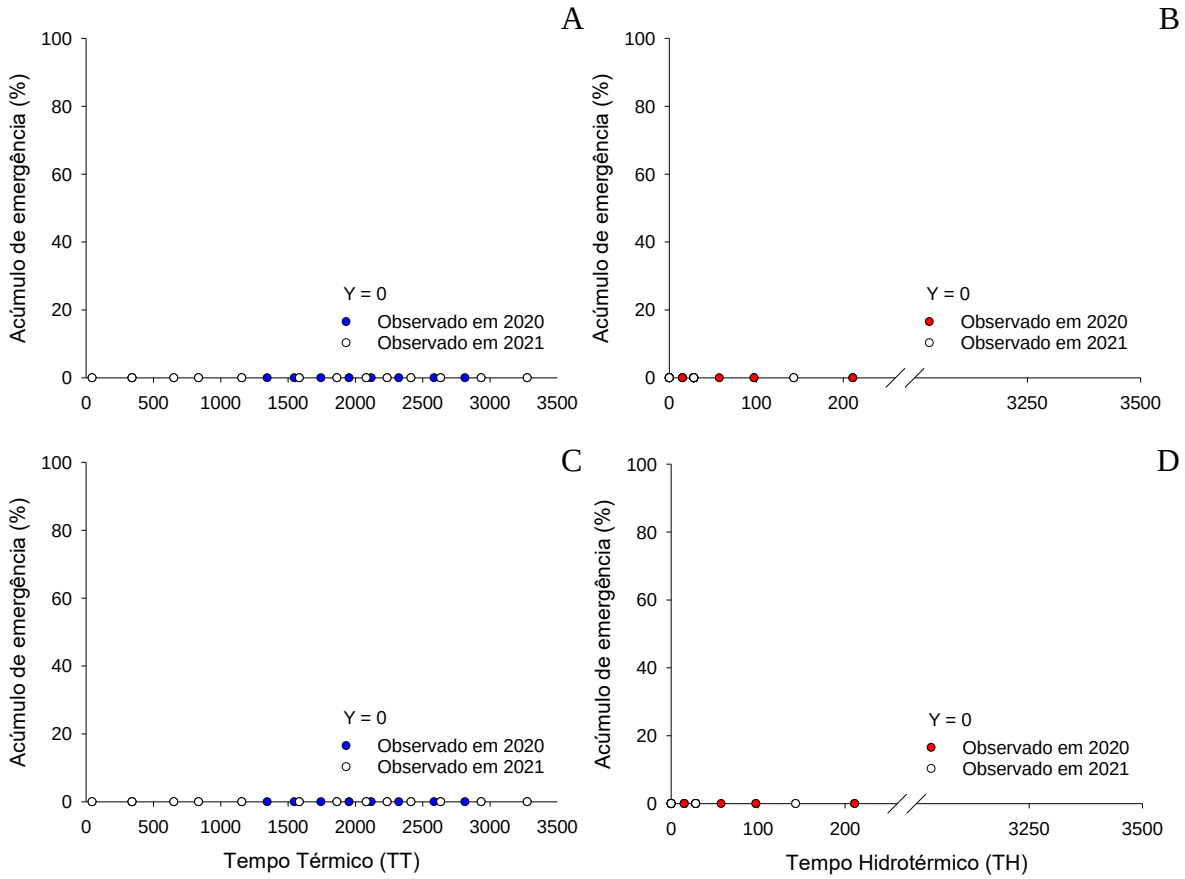

Figura 66. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do inverno (2020 e 2021) no talhão F. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

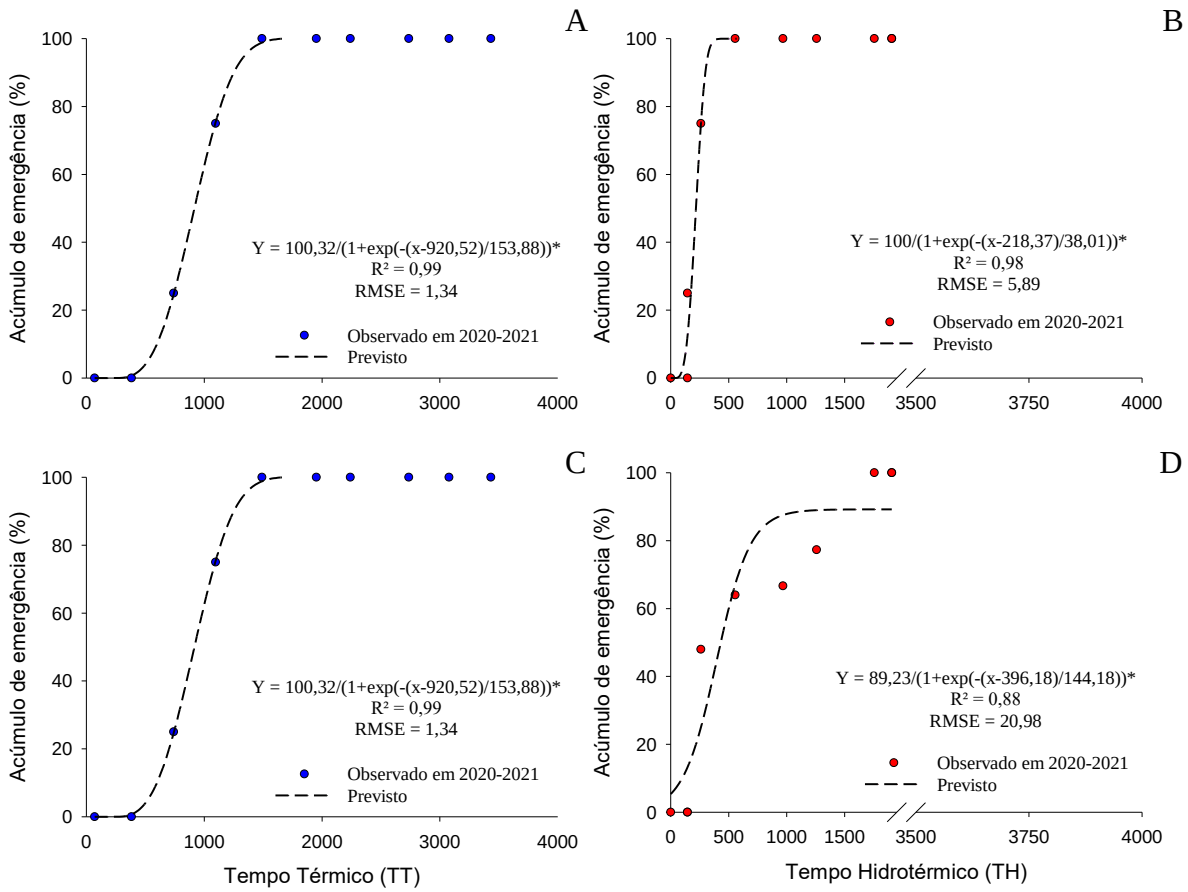

Figura 67. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão A. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

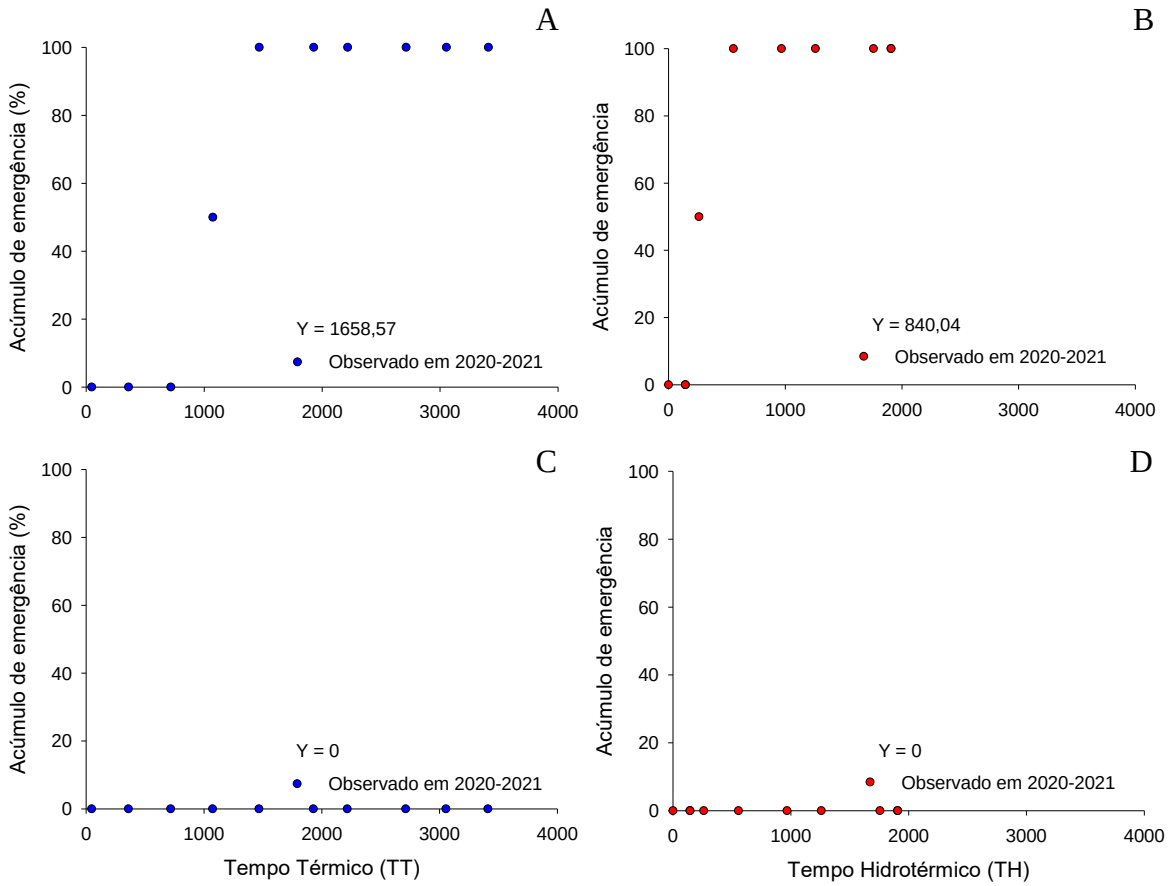

Figura 68. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão B. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01%.

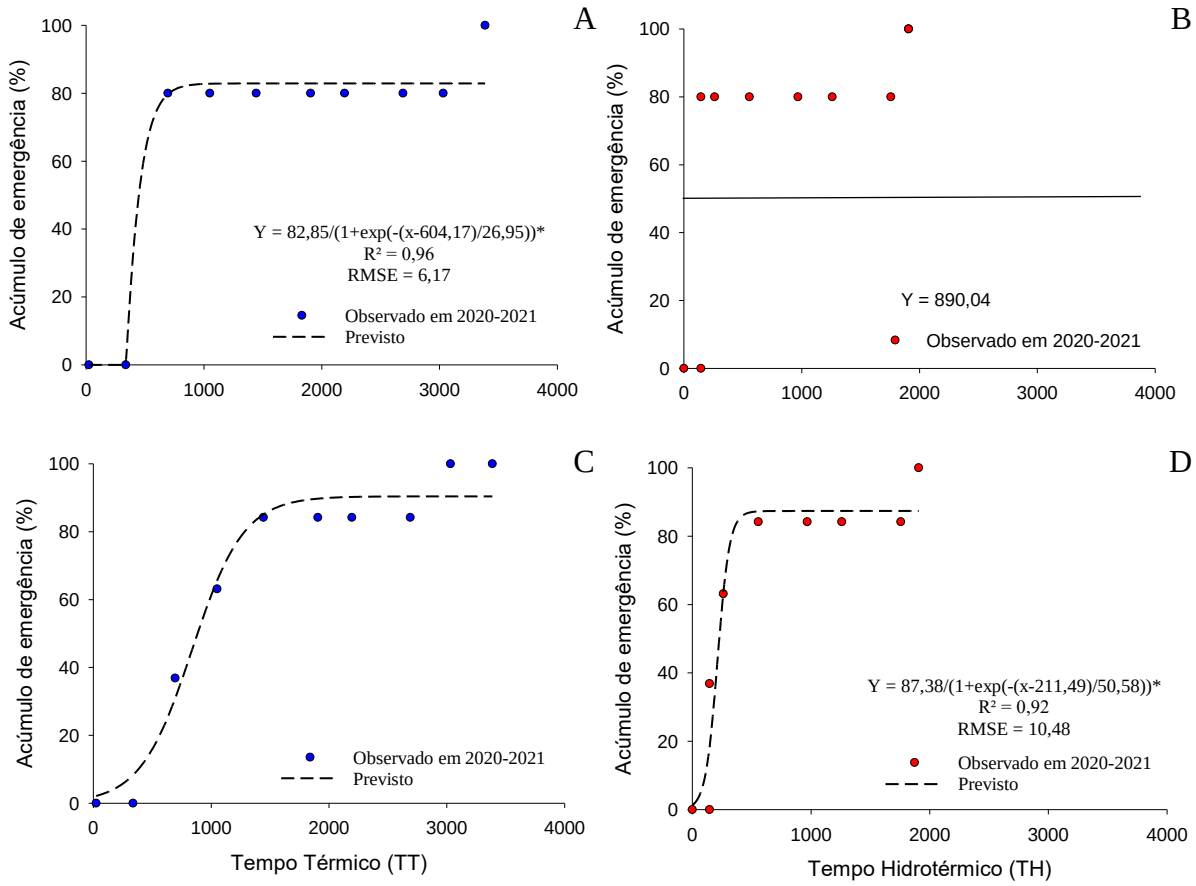

Figura 69. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão C. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01.

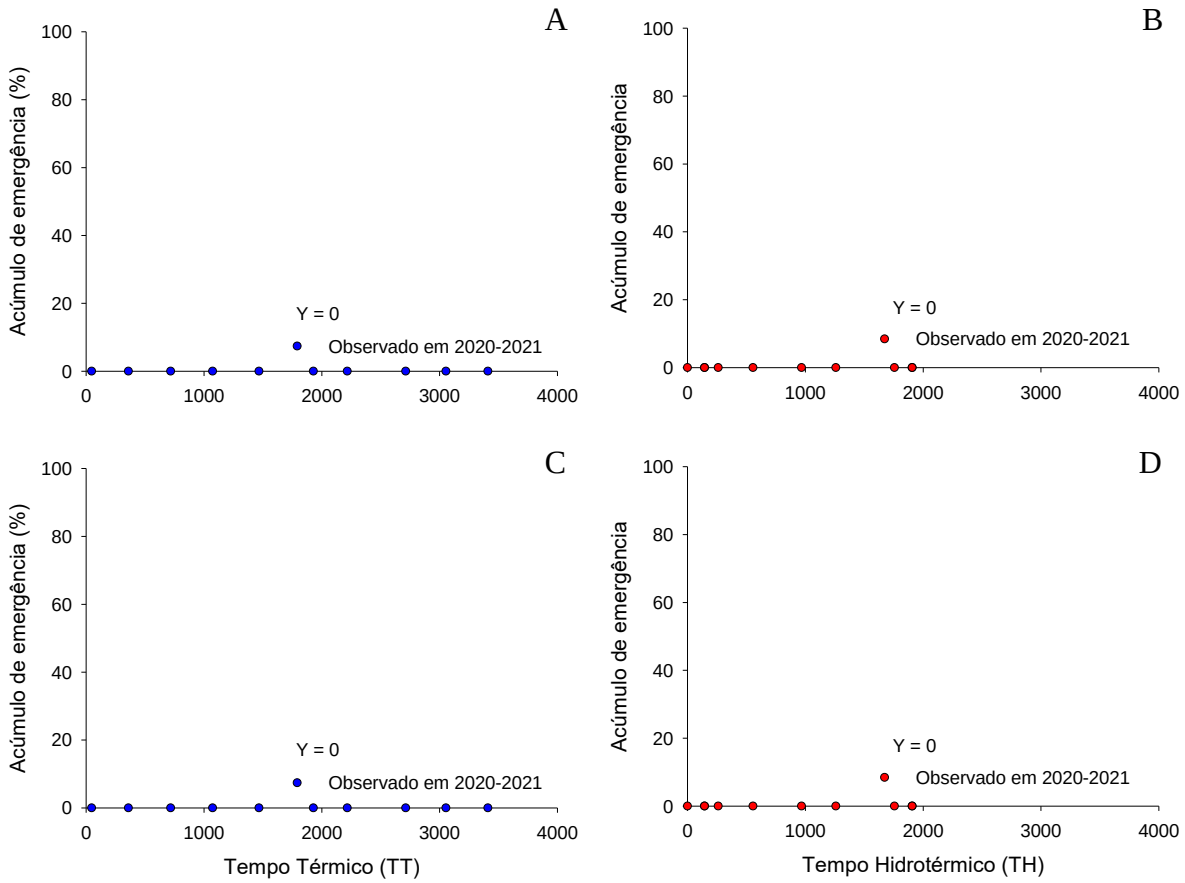

Figura 70. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão D. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01.

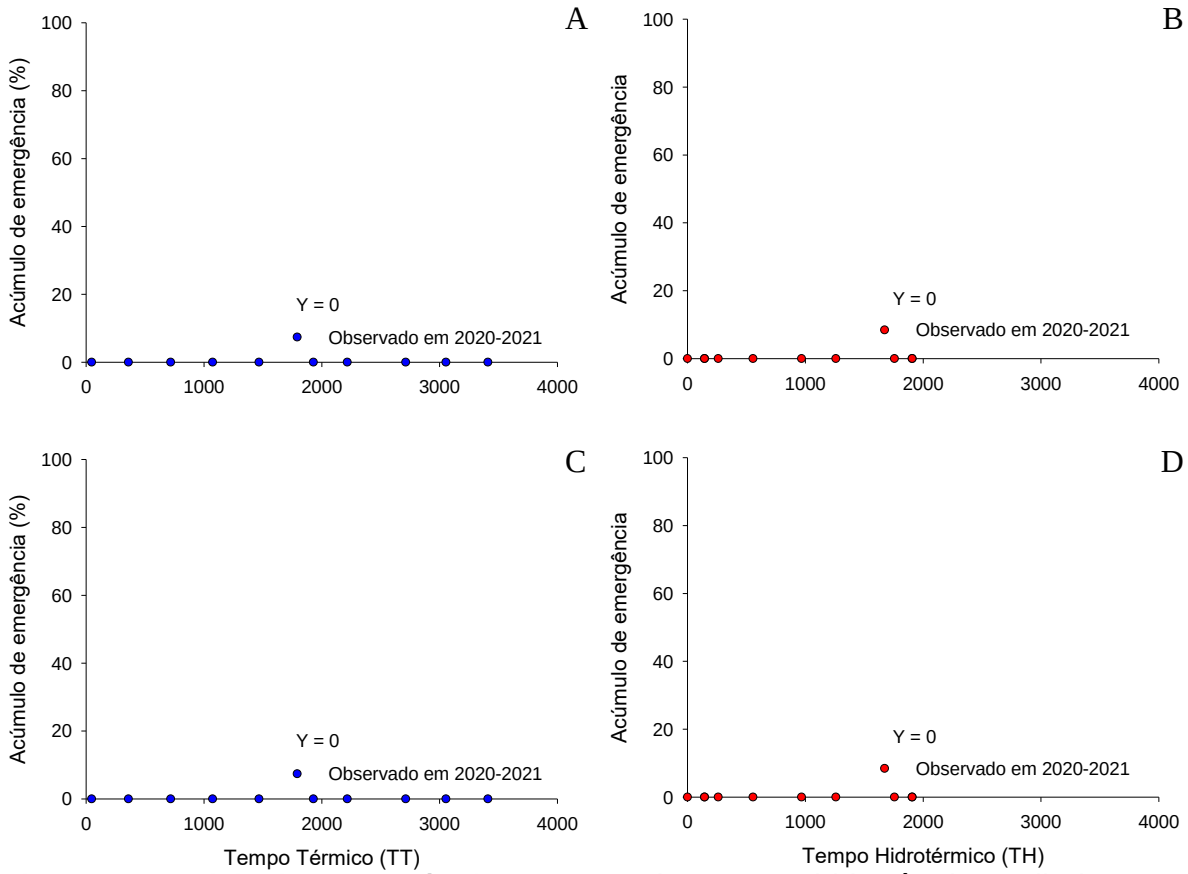

Figura 71. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão E. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01.

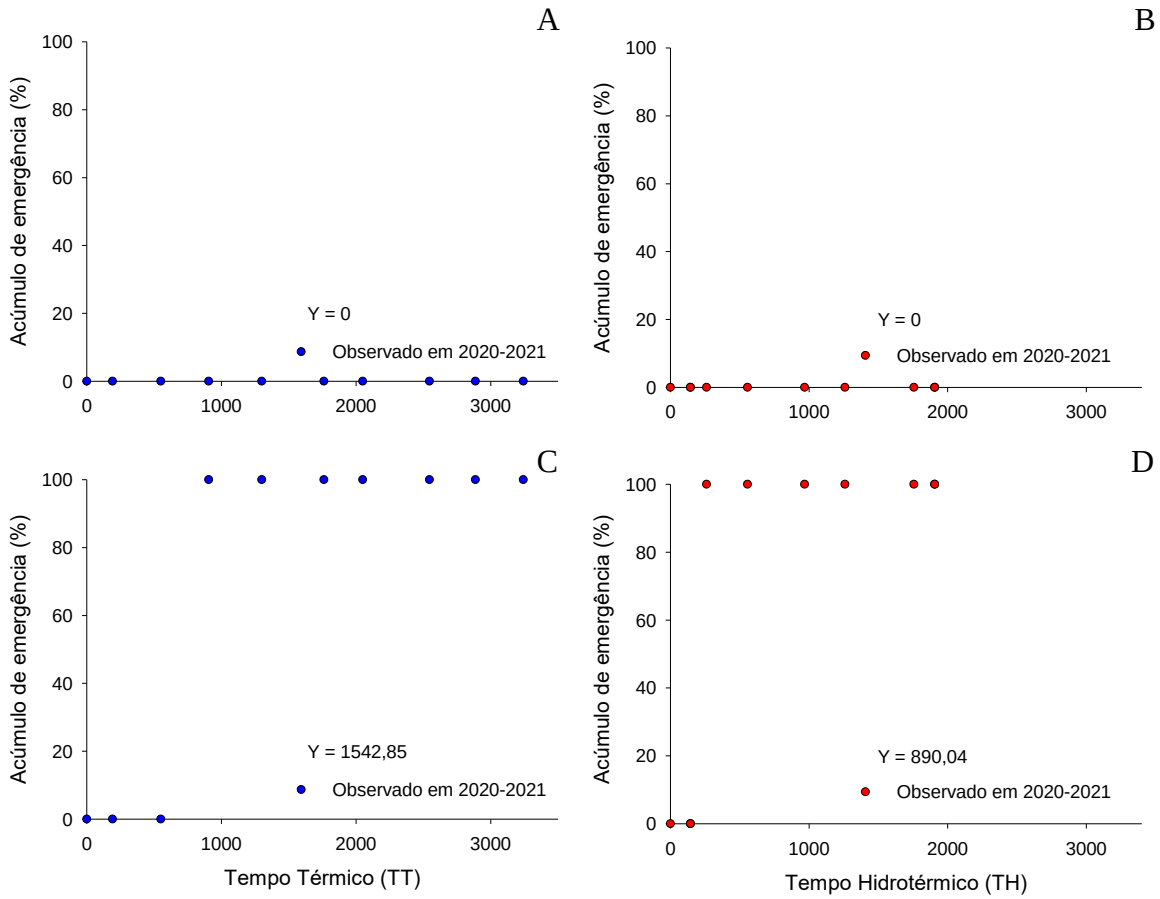

Figura 72. Modelo de tempo térmico a esquerda e tempo hidrotérmico a direita para a emergência de *Bidens subalternans* durante o período do Verão (2020/2021) no talhão F. Linhas representam emergência prevista e símbolos representam a emergência observada. (A, B) com a presença de cultura e (C, D) sem a presença de cultura. * Significativo a 0,01.

Os resultados obtidos nesse trabalho nos permitem caracterizar o comportamento de cada espécie em relação aos manejos realizados, às rotações de culturas e as condições climáticas, bem como nos permite desenvolver modelos de predição de emergência, para qualquer manejo e qualquer época de cultivo (Inverno/verão).

Os modelos de predição de emergência para as espécies pode ser usado como ferramenta no manejo de plantas daninhas, nos auxiliando na elaboração de estratégias de controle. Entretanto, ainda se faz necessário o acompanhamento das áreas por maior tempo, uma vez que, durante o período de avaliação (2020/2021), houve a diminuição da frequência e do volume acumulado das chuvas, e o aumento dos períodos de estiagem, prejudicando não só o desenvolvimento e a produtividade

das culturas, mas também a emergência das plantas espontâneas estudadas. Além disso, a readequação na rotação de cultura realizada nos talhões de cultivo agroecológicos podem interferir na dinâmica de emergência.

O modelo de predição descreve a emergência das espécies à campo não em quantidade, mas a proporção de emergência, que pode ser calculada para tempo termal ou hidrotermal, dependendo da característica de cada espécie e da época de levantamento. Com base nesse modelo, será possível, no futuro, o monitoramento de extensas áreas com base nas informações meteorológicas, assim como auxiliar o produtor na tomada de decisão sobre qual o melhor momento para o controle das plantas daninhas, assim como na elaboração das melhores estratégias.

5 CONCLUSÃO

Foram identificadas 46 espécies de plantas daninhas, pertencentes à 16 famílias.

A maior diversidade de plantas daninhas foi encontrada no talhão E, com 30 espécies identificadas, enquanto que a menor diversidade foi encontrada na área F, com 20 espécies identificadas.

Os pontos sem a presença de cultura apresentaram mais fluxos de emergência e fluxos mais prolongados, em relação aos pontos com a presença de cultura.

A rotação de culturas aliado ao cultivo com plantas de cobertura reduziram a emergência de plantas daninhas nos manejos agroecológicos. Entretanto, a falta de cobertura no solo e o pousio aumentaram a emergência de plantas daninhas.

A espécie *Conyza canadensis* requer de temperaturas mais amenas (20 °C) para sua germinação, enquanto as espécies *Bidens subalternas* e *Digitaria insularis* requer temperaturas mais elevadas (32,52 e 34,78 °C) para expressarem a máxima germinação.

A taxa de germinação é drasticamente reduzida no potencial hídrico -0,4 MPa. As espécies *Leonurus. sibiricus* e *Digitaria. insularis* demonstraram serem mais sensíveis ao estresse hídrico do que a *Conyza. canadensis, Bidens. subalternans, e Solanum. Americanum*, que foram capazes de germinar em potencial hídricos menores.

As previsibilidades dos modelos de TT e TH diferiram entre os manejos, dentre as épocas de semeadura e entre as épocas de cultivo. As espécies *Leonurus sibiricus* e *Conyza canadensis* apresentaram melhores ajustes para o modelo baseado no tempo térmico, enquanto a espécie *Bidens subalternans* apresentou maior ajuste para o tempo hidrotérmico sugerindo que essa espécie é mais sensível às mudanças de umidade do solo.

O modelo térmico e hidrotérmico pode prever a emergência de *Conyza canadensis, Leonurus Sibiricus* e *Biden subalternas* em manejos agroecológicos e convencional.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 705–716, 2010.

AGOSTINETTO, D. ET AL. Manejo de plantas daninhas. In: AGOSTINETO, D. et al. Soja: do plantio à colheita. Viçosa MG: UFV; 2015. Cap. 11, p.234-55.

ALMEIDA, L. F. R. ET AL. Metodologia para germinação de sementes de *Leonurus sibiricus L*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 2, p. 190–196, 2011.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4 ed. Porto alegre: UFRGS, 2004, 119 p.

ALVARADO, V.; BRADFORD, K. J. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 8, p. 1061–1069, 2002.

SILVA, A. A. da S.; SILVA., J. F. da. **Topicos em manejo de plantas daninhas** Viçosa MG: UFV; 2007, 364 p.

ÁVILA, M. R. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 98–106, 2007.

BALL, M. G. et al. Weed community structure and soybean yields in a long-term organic cropping systems experiment. **Weed Science**, v. 67, n. 6, p. 673–681, 2019.

BAKER, H. G. Some aspects of natural history of sed banks. In: LECK, M.A.; PARKER, V.P.; SIMPSON, R.L. **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 9-21.

BANNON, A. J. S.; BAKER, J. B.; ROGERS, R. L. Germination of Wild Poinsettia (Euphorbia heterophylla). **Weed Science**, v. 26, n. 3, p. 221–225, 1978.

BARBOSA, E. A. et al. Dinâmica de infestação de plantas daninhas em variedades de cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, p. 1920–1931, 2013.

BARROS, R. T. de et al. Origin and temperature on the germination of beggartick seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 7, p. 448–453, 2017.

BASTIANI, M. O. et al. Germination of barnyardgrass seeds under light and temperature conditions. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 395–404, 2015.

BATISTA, P. S. C. et al. Phytosociological survey of weeds in cultivars of common beans with different types of growth in the north of minas gerais. **Planta Daninha**, v. 34, n. 3, p. 497–507, 2016.

BATISTA, P. S. C. et al. Phytosociological survey of weeds in erect prostrate cowpea cultivars. **Planta Daninha**, v. 35, e017160273. p. 1–9, 2017.

BENECH-ARNOLD, R. L. et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. **Field Crops Research**, v. 67, n. 2, p. 105–122, 2000.

BERGAMASCHI, H. et al. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 243–249, 2006.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: germination, structure and composition**. In Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York, 1994. p. 1-31, 1994.

BEWLEY, J. D. et al. **Seeds**: **physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed., New York: Springer, 392p. 2013

BRADFORD, K. J. Relations Analysis of Seed Germination. **Plant Physiology**, v. 94, n. 2, p. 840–849, 1990.

BRADFORD, K. J. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. **Weed Science**, v. 50, n. 2, p. 248–260, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BRECKE, B. J. Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) germination and emergence. **Weeed Science**, v. 43, n. 1, p. 103–106, 1995.

BOGUZAS, V.; MARCINKEVICIENE, A.; KAIRYTE, A. Quantitative and qualitative evaluation of weed seed bank in organic farming. **Agronomy Research**, v. 2, n. 1, p. 13-22, 2004.

BULEGON, L. G. et al. Efeito do consórcio de milho com *Braquiaria brizantha* em diferentes taxas de semeadura sobre a incidência de ervas daninhas. **Cultivando o Saber**, v. 5, n. 4, p. 72–86, 2012.

CAETANO; R. S. X. **Dinâmica do banco de sementes e de populações de plantas daninhas na cultura do citros (*Citrus sinensis* (L.) *Osbeck*.) submetida a diferentes sistemas de manejo**. 2000, 105 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agrocultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

CANOSSA, R. S. et al. Temperatura e luz na germinação das sementes de Apaga-fogo (*Alternanthera tenella*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 745–750, 2008.

CARDINA, J.; SPARROW, D. H. A Comparison of Methods to Predict Weed Seedling Populations from the Soil Seedbank. **Weed Science**, v. 44, n. 1, p. 46–51, 1996.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. Microbiologia do solo. Piracicaba, SP: ESALQ, 2016. 221 p.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v. 10, n. 1–2, p. 05–16, 1992.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Jaboticabal, SP: FUNEP, 2012. 590 p.

CARVALHO, S. J. P. de; CHRISTOFFOLETI, P. J. Influência da luz e da temperatura na germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero amaranthus. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 527–533, 2007.

CASSARO-SILVA, M. Efeito da temperatura na germinação de sementes de manduirana (*Senna macranthera* (*Collad*.) *Irwin et Barn.* – Caesalpiniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 92–99, 2001.

CASTELLANI, E. D.; de AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. de. Bases para a padronização do teste de germinação em três espécies de Solanum L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 077–085, 2009.

CASTRO, G. S. A. et al. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. SPEC. ISSUE, p. 1001–1010, 2011.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-162.

CHAUHAN, B. S.; GILL, G.; PRESTON, C. Factors affecting seed germination of little mallow (*Malva parviflora*) in southern Australia. **Weed Science**, v. 54, n. 6, p. 1045–1050, 2006a.

CHAUHAN, B. S.; GILL, G.; PRESTON, C. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of Oriental mustard (*Sisymbrium orientale*). **Weed Science**, v. 54, n. 6, p. 1025–1031, 2006b.

CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Dormancy, Germination and Emergence of Sida rhombifolia L. **Indian J. Weed Sci**, v. 66, n. 12, p. 6–10, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; CAETANO, R. S. X. Banco de sementes do solo. **Scientia Agricola**, v. 55, p. 74–78, 1998.

CID, L. P. B.; OLIVA, M. A.; CARDOSO, A. A. Efeito do potencial hídrico sobre a embebição, a respiração e a germinação da leguminosa *Cratylia floribunda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n. 6, p. 883-890, 1981

CICI, S. Z. H.; VAN ACKER, R. C. A review of the recruitment biology of winter annual weeds in Canada. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 89, n. 3, p. 575–589, 2009.

COLBACH, N. et al. How to model the effects of farming practices on weed emergence. **Weed Research**, v. 45, n. 1, p. 2–17, 2005.

COLBACH, N. et al. AlomySys: Modelling black-grass (*Alopecurus myosuroides*

Huds.) germination and emergence, in interaction with seed characteristics, tillage and soil climate: I. Construction. **European Journal of Agronomy**, v. 24, n. 2, p. 95–112, 2006.

CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In: **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax; 2011. p. 263-304

CORREIA, N. M.; SOUZA, I. F.; KLINK, U. P. Palha de sorgo associada ao herbicida imazamox no controle de plantas daninhas na cultura da soja em sucessão. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 483–489, 2005.

DAN, H. de A. et al. Supressão imposta pelo atrazine a digitaria horizontalis em função do estádio de desenvolvimento. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 27–33, 2011.

DAVIS, A. S.; RENNER, K. A.; GROSS, K. L. Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. **Weed Science**, v. 53, n. 3, p. 296–306, 2005.

MENDONÇA, G. S. de et al. Ecophysiology of seed germination in *Digitaria insularis* (L.) Fedde). **Revista Ciencia Agronomica**, v. 45, n. 4, p. 823–832, 2014.

DIAS, A. C. R. et al. Germination of small bengal dayflower (*Commelina benghalensis*) aerial seeds. **Planta Daninha**, v. 27, p. 931–939, 2009.

DONG, H. et al. Germination of *solanum nigrum l*. (Black nightshade) in response to different abiotic factors. **Sociedade Brasileira da ciencia de plantas daninhas**, v. 38, p. 1–12, 2020.

DORADO, J. et al. Predicting weed emergence in maize crops under two contrasting climatic conditions. **Weed Research**, v. 49, n. 3, p. 251–260, 2009.

DORN, B. et al. Regulation of cover crops and weeds using a roll-chopper for herbicide reduction in no-tillage winter wheat. **Soil and Tillage Research**, v. 134, p. 121–132, 2013.

DOUGLAS D.;et al. Seed Separation and Enumeration from Soil Using K2C03-Centrifugation and Image Analysis1. **Weed Science**, v. 41, n. 2, p. 298–302, 1993.

DUARTE, A. P.; DEUBER, R. Levantamento de plantas infestantes em lavouras de milho safrinha no estado de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 17, n. 2, p. 297–307, 1999.

DUARTE, A. P.; SILVA, A. C.; DEUBER, R. Plantas infestantes em lavouras de milho safrinha, sob diferentes manejos, no Médio Paranapanema. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 285–291, 2007.

BLUME, E.et al. **Produção Agroecológica Vegetal** II. Universidade Federal de Santa Maria. 2010. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16181/Curso_Agric-Famil-Sustent_Producao-Agroecologica-Vegetal-II.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 nov. 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária **Soja orgânica**. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/soja-organica. Acesso em: 14 nov 2022.

ERASMO, E. A. L. et al. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 39, p. 337–342, 2004.

FAVARATO, L. F. et al. Population density and weed infestation in organic no-tillage corn cropping system under different soil covers. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 739–746, 2014.

FAVERO, C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1355–1362, 2001.

FERNANDES, T. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em cultivos de abacaxi em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS),** v. 11, n. 1, p. 322–335, 2021.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **R. Bras. Fisiol. Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, M. I.; REINHARDT, C. F. The role of temperature in the germination of subterranean and aerial seeds of Commelina benghalensis L. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 16, n. 4, p. 165–168, 1999.

FIRBANK, L. G.; WATKINSON, A. R. On the Analysis of Competition Within Two-Species Mixtures of Plants. **Journal of Applied Ecology**, v. 22, n. 2, p. 503–517, 1985.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. 4 ed. Passo Fundo/RS, Editora: UPF, 2008. 751p.

FORCELLA, F. et al. Modeling seedling emergence. **Field Crops Research**, v. 67, n. 2, p. 123–139, 2000.

FORTE, C. T. **Efeito de sistemas de cultivo na fitossociologia, no banco de sementes de plantas daninhas e nos componentes de rendimento do feijão, milho e soja**. 2016, 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2016

FORTE, C. T. et al. Soil management systems and their effect on the weed seed bank. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 53, n. 4, p. 435–442, 2018.

FREITAS, R. S. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro com S-metolachlor e trifloxysulfuron-sodium em sistema de plantio convencional. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 311–318, 2006.

GALLON, M. et al. Environmental factors action on the germination process and initial

growth of weeds of Rubiaceae family. **South African Journal of Botany**, v. 117, p. 26–33, 2018.

GARCÍA, A. L. et al. Hydrothermal Emergence Model for Ripgut Brome (*Bromus diandrus*). **Weed Science**, v. 61, n. 1, p. 146–153, 2013.

GHORBANI, R.; SEE, W.; LEIFER, C. Effects of environmental factors on germination and emergence of Amaranthus retroflexus. **Weed Science**, v. 47, n. 5, p. 505–510, 1999.

GOMES, F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Weed biology and management in no-tillage areas. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 789–798, 2008.

GOMES, T. C.; KARAM, D. Dinâmica populacional de plantas daninhas em áreas com sorgo sacarino e granífero com diferentes espaçamentos e densidades de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 3, p. 390–399, 2018.

GRUNDY, A. C. Predicting weed emergence: A review of approaches and future challenges. **Weed Research**, v. 43, n. 1, p. 1–11, 2003.

GUILLEMIN, J. P. et al. Assessing potential germination period of weeds with base temperatures and base water potentials. **Weed Research**, v. 53, n. 1, p. 76–87, 2012.

GUMMERSON, R. J. The effect of constant temperatures and osmotic potentials on the germination of sugar beet. **Journal of Experimental Botany**, v. 37, n. 6, p. 729–741, 1986.

GUSTAFSON, D. J.; GIBSON, D. J.; NICKRENT, D. L. Competitive relationships of Andropogon gerardii (*Big Bluestem)* from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**, v. 18, n. 3, p. 451–457, 2004.

GUTIÉRREZ, O. J. G.; MINELLI, M. **La produccion de semillas**. Managua: Imprenta Uca, 1990. 210 p.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguniinous seeds under changing external water potential in osmotic solutions. **Journal of Experimental Botany**, v. 27, n. 3, p. 480-489, 1976.

HANISCH, A.; FONSECA, J.; VOGT, G. Adubação do milho em um sistema de produção de base agroecológica: desempenho da cultura e fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 1, p. 176–186, 2012.

HARDEGREE, S.P.; EMMERICH, W.E. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. **Seed Science and Technology**, v.22, p.1-7, 1994

HEAP, I. International survey of herbicide resistant weeds. Disponível em: http://www.weedscience.org. Acesso em: 14/11/2022.

HOFFMANN, A. F. **Modelagem da germinação e do alongamento de plântula de espécies de plantas daninhas poáceas**. 2017, 82p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

SIMEPAR. Sistema de tecnologia e monitoramento ambiental do paraná. Disponível em http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/timeline/boletim_climatologico Acesso em: 14 nov. 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos Disponível em Acesso em: 14 nov. 2022.

IZQUIERDO, J. et al. A Thermal Time Model to Predict Corn Poppy (*Papaver rhoeas*) Emergence in Cereal Fields . **Weed Science**, v. 57, n. 6, p. 660–664, 2009.

IZQUIERDO, J. et al. Development and evaluation of a model for predicting *Lolium rigidum* emergence in winter cereal crops in the Mediterranean area. **Weed Research**, v. 53, n. 4, p. 269–278, 2013.

JONSSON, M. et al. Habitat manipulation to mitigate the impacts of invasive arthropod pests. **Biological Invasions**, v. 12, n. 9, p. 2933–2945, 2010.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description analyses**. London: Behaven Press, 1992. 363pp.

KISSMANN, C. et al. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de Adenanthera pavonina L. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 668–674, 2008.

KOGER, C. H.; REDDY, K. N.; POSTON, D. H. Factors affecting seed germination, seedling emergence, and survival of texasweed (*Caperonia palustris*) . **Weed Science**, v. 52, n. 6, p. 989–995, 2004.

KOOCHEKI, A. et al. Effect of cropping systems and crop rotations on weeds. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, n. 2, p. 401–408, 2009.

LABOURIAU, L. G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination of seeds of Dolichos biflorus L. Plant Cell Physiology, v. 19, n. 3, p. 507-512, 1978

LABOURIAU, L. G.; LABOURIAU, I. S. Physiological rate processes from the point of view of absolute reaction rate theory. Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science, v. 49, n. 3, p. 177-189, 1997.

LADEIRA, A. M. Dormência em sementes de maria-pretinha. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 32, n. 12, p. 1317–1326, 1997a.

LANDIS, A D; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. HABITAT MANAGEMENT TO CONSERVE NATURAL ENEMIES OF ARTHROPOD PESTS IN AGRICULTURE. **Annu. Rev. Entomol**, v. 45, n. 1, p. 175–201, 2000.

LEGUIZAMÓN, E. S. et al. Using thermal and hydrothermal time to model seedling

emergence of Avena sterilis ssp. ludoviciana in Spain. **Weed Research**, v. 45, n. 2, p. 149–156, 2005a.

LEGUIZAMÓN, E. S. et al. Using thermal and hydrothermal time to model seedling emergence of Papaver rhoeas in Spain. **Weed Research**, v. 23, n. 21, p. 149–156, 2005b.

LODDO, D. et al. Germination response of local Southern European populations of Datura stramonium at a range of constant temperatures. **Weed Research**, v. 54, n. 4, p. 356–365, 2014.

LODDO, D. et al. Base temperatures for germination of selected weed species in Iran. **Plant Protection Science**, v. 54, n. 1, p. 60–66, 2018.

LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 146–150, 2005.

LOVATTO, P. B.; SCHIEDECK, G.; GARCIA, F. R. M. A interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em agroecossistemas sustentáveis. **Interciencia**, v. 37, n. 9, p. 657–663, 2012.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, tóxicas e medicinais**. 3 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 640p.

LORENZI, M**. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: Plantio direto e convencional.** 7 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 283p.

LUCAS, J. F. R. **Obtenção da curva de retenção da água no solo pela câmara de compressão triaxial e pelo papel filtro**. 2010, 63. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2010.

LUSCHEI, E. C.; BUHLER, D. D.; DEKKER, J. H. Effect of separating giant foxtail (Setaria faberi) seeds from soil using potassium carbonate and centrifugation on viability and germination. **Weed Science**, v. 46, n. 5, p. 545–548, 1998.

LUSTOSA, S. B. C. et al. Floristic and phytosociology of weed in response to winter pasture sward height at Integrated Crop- Livestock in Southern Brazil Florística e fitossociologia das plantas daninhas em resposta a altura de manejo do pasto de inverno na Integração Lavoura-Pec. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 9, n. 3, p. 19–26, 2016.

MACHADO, C. F. et al. Metodologia Para a Condução Do Teste De Germinação Em Sementes De Ipê-Amarelo. **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 17–25, 2002.

MAHMOOD, A. H. et al. Influence of Various Environmental Factors on Seed Germination and Seedling Emergence of a Noxious Environmental Weed: Green Galenia (*Galenia pubescens*) . **Weed Science**, v. 64, n. 3, p. 486–494, 2016.

MANALIL, S.; ALI, H. H.; CHAUHAN, B. S. Germination ecology of *Sonchus oleraceus*

L. in the northern region of Australia. **Crop and Pasture Science**, v. 69, n. 9, p. 926–932, 2018.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed Londrina, PR: Abrates. 2015 660p.

MARTINS, D.; GONÇALVES, C. G.; DA SILVA, A. C. Winter mulches and chemical control on weeds in maize. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 47, n. 4, p. 649–657, 2016.

MASIN, R. et al. WeedTurf: a predictive model to aid control of annual summer weeds in turf. **Weed Science**, v. 53, n. 2, p. 193–201, 2005.

MASIN, R. et al. Modeling Weed Emergence in Italian Maize Fields Modeling Weed Emergence in Italian Maize Fields. **Weed Science**, v. 60, n. 2, p. 254–259, 2012.

MASIN, R. et al. Evaluation of Weed Emergence Model AlertInf for Maize in Soybean Evaluation of Weed Emergence Model AlertInf for Maize in Soybean. **Weed Science**, v. 62, n. 2, p. 360–369, 2014.

MAYER, D. G.; BUTLER, D. G. Statistical validation. **Ecological Modelling**, v. 68, n. 1–2, p. 21–32, 1993.

MCMASTER, G. S.; WILHELM, W. W.; MORGAN, J. A. Simulating winter wheat shoot apex phenology. **Journal of Agricultural SciencE**, v. 119, n. 1, p. 1–12, 1992.

MELO, A. V. de et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 521–527, 2007.

MENALLED, F. D.; GROSS, K. L.; HAMMOND, M. Weed aboveground and seedbank community responses to agricultural management systems. **Ecological Applications**, v. 11, n. 6, p. 1586–1601, 2001.

MENDONÇA, G. S. DE et al. Ecophysiology of seed germination in Digitaria insularis ((L.) Fedde). **Revista Ciencia Agronomica**, v. 45, n. 4, p. 823–832, 2014.

MESQUITA, M. L. R.; ANDRADE, L. A.; PEREIRA, W. E. Germination, floristic composition and phytosociology of the weed seed bank in rice interropped with corn fields. **Revista Brasileirade Ciencias Agrarias**, v. 11, n. 1, p. 14–20, 2016.

MONDO, V. H. V. et al. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero Digitaria. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 131–137, 2010.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 21, p. 63-69, 2003.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas

daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 203–209, 2005.

MONQUERO, P. A. et al. Effect of green fertilizers on the suppression of different species of weeds. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 85–95, 2009.

MOURA FILHO, E. R.; MEDEIROS MACEDO, L. P.; SOUZA SILVA, A. R. Levantamento Fitossociológico De Plantas Daninhas Em Cultivo De Banana Irrigada. **Holos**, v. 2, n. 1, p. 92, 2015.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Willey & Sons, 1974. 547 p.

MYERS, M. W. et al. Predicting weed emergence for eight annual species in the northeastern United States. **Weed Science**, v. 52, n. 6, p. 913–919, 2004.

NANDULA, V. K. et al. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*) . **Weed Science**, v. 54, n. 5, p. 898–902, 2006.

NICOLAI, M. **Fluxos de emergência , épocas de aplicação de herbicidas e sistemas de manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar**. 2009, 158p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009

OLIVEIRA, M. F. de et al. **Banco de sementes de plantas daninhas em distintos sistemas de manejo do solo após 12 anos**. 2018. Sete Lagoas: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018. 17 p. (Circular técnica, 244)

OLIVEIRA, A. K. M.; BARBOSA, L. A. Efeitos da temperatura na germinação de sementes e na formação de plântulas de *Cedrela fissilis*. **Floresta**, v. 44, n. 3, p. 441, 2014.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33–46, 2008.

OLIVEIRA, L. S. DE; CANUTO, REINALDO SILVA OLIVEIRA CANUTO, D. M. F. O. Levantamento fitossociolpogico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi no agreste alagoano. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, p. 861–868, 2017.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Embrapa Milho e Sorgo - Livro técnico (INFOTECA-E). 2018.

OLIVEIRA JR, Rubem Silvério; CONSTANTIN, Jamil; INOUE, Miriam Hiroko. B**iologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, Brasil: Omnipax, 2011. 48 p.

OREJA, F. H.; LA FUENTE, E. B. de.; FERNANDEZ-DUVIVIER, M. E. Response of Digitaria insularis seed germination to environmental factors. **Crop and Pasture Science**, v. 68, n. 1, p. 45–50, 2017.

OTTAVINI, D. et al. Effects of Light, Temperature, and Soil Depth on the Germination and Emergence of *Conyza canadensis* (L.) Cronq. **Agronomy**, v. 9, n. 9, p. 1–15, 2019.

PACHECO, L. P. et al. Soybean Crop Oversowing Used as a Technique to Suppress Weed Emergence Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 455–463, 2009.

PAMPLONA, J. de P. **Germinação de sementes de *Bidens subalternans* dc. em resposta a diferentes fatores ambientais.** 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018

PAMPLONA, J. de P. et al. Seed germination of *Bidens subalternans* DC. Exposed to different environmental factors. **PLoS ONE**, v. 15, n. 5, p. 1–12, 2020.

PEREIRA, R. A. et al. Influência da cobertura de aveia-preta e milheto sobre comunidade de plantas daninhas e produção de soja. **Revista Brasileirade Ciencias Agrarias**, v. 6, n. 1, p. 1–10, 2011.

PILL, W.G.; FINCH-SAVAGE, W.E. Effects of combining priming and plant growth regulator treatments on the synchronization of corrot seed germination. **Annal of Applied Biology**, v.113, p.383-389, 1988.

PINOTTI, E. B. et al. Levantamento florístico de plantas daninhas na cultura da mandioca no município de Pompéia – Spo. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, n. 1, p. 120–125, 2010.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C**. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto.** Rossello, RD Siembra directa en el cono sur. Montevideo: PROCISUR, p. 203-210, 2001.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura: AGIPLAN, 1985. 289 p.

PURICELLI, E.; PAPA, J. C. Growth of Parietaria debilis in fallow and in undisturbed areas. **Weed Research**, v. 46, n. 2, p. 129–137, 2006.

PURICELLI, E.; TUESCA, D. Weed density and diversity under glyphosate-resistant crop sequences. **Crop Protection**, v. 24, n. 6, p. 533–542, 2005.

PUTWAIN, P. D.; GILLHAM, D. A. The significance of the dormant viable seed bank in the restoration of heathlands. **Biological Conservation**, v. 52, n. 1, p. 1–16, 1990.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2.ed. New York: Academic Press, 1984. 422 p.

RIGON, E. et al. Densidade de plantas daninhas sob intervenções em três distintas zonas de manejos. **Agrarian**, v. 13, n. 49, p. 405–418, 2020.

RIZZARDI, M. A. et al. Temperatura cardeal e potencial hídrico na germinação de sementes de corda-de-viola (Ipomoea triloba). **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 13–21,

2009.

ROBERTS, H. A. Seed banks in the soil. In: **Advances in Applied Biology**. Cambridge: Academic Press, v.6, 1981, 55p.

ROMAN, E. S.; MURPHY, S. D.; SWANTON, C. J. Simulation of Chenopodium album seedling emergence . **Weed Science**, v. 48, n. 2, p. 217–224, 2000.

RONCHI, C. P. et al. Weed management in tomato. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 215–228, 2010.

ROSA, S. G. T. DA; FERREIRA, A. G. Seed germination of medicinal woody plants. **Seed germination of medicinal woody plants**, v. 15, n. 2, p. 147–154, 2001.

ROYO-ESNAL, A. et al. Modeling the Emergence of Three Arable Bedstraw (Galium) Species. **Weed Science**, v. 58, n. 1, p. 10–15, 2010.

ROYO-ESNAL, A. et al. Emergence and early growth of Galium aparine and Galium spurium. **Weed Research**, v. 52, n. 5, p. 458–466, 2012.

ROYO-ESNAL, A. et al. Emergence of field pennycress (Thlaspi arvense L.): Comparison of two accessions and modelling. **Industrial Crops and Products**, v. 66, n. c, p. 161–169, 2015.

SABILA, M. H. et al. Evaluation of Factors That Influence Benghal Dayflower (Commelina benghalensis) Seed Germination and Emergence . **Weed Science**, v. 60, n. 1, p. 75–80, 2012.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2018, 356p.

SANTOS, I. C. et al. Germinação de sementes aéreas e subterâneas de Commelina benghalensis. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 163–170, 2001.

SANTOS, W. M.; SILVA, F. B.; ARMANDO, E. A. DE. Cultivo de trigo BRS 254 sob manejo agroecológico. **Congresso brasileiro de agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 1–4, 2015.

SILVA, A. C. DA; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 22–28, 2009.

SILVA-JUNIOR, P. B. da; SOUZA, P. DE; SOUZA, R. M. de. Estudo comparativo entre agricultura Orgânica e Convencional no cultivo de em Rancho Queimado / SC **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 5, n. 1, p. 115–128, 2014.

SILVA, M. C. D. C.; BRAUN, H.; COELHO, F. S. Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da batata. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 60–67, 2011.

SIMPSON, R. L.; LECK, M. A.; PARKER, V. T. Seed banks: General concepts and methodological issues. In: LECK, M. A.; PARKER, V. P.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 69- 86.

SOHRABI, S. et al. Effects of environmental factors on *Cucumis melo* L. subsp. agrestis var. agrestis (Naudin) Pangalo seed germination and seedling emergence. **South African Journal of Botany**, v. 105, p. 1–8, 2016.

STEFANELLO, R.; VIANA, B. B.; DAS NEVES, L. A. S. Resposta fisiológica de sementes de chia e linhaça ao estresse hídrico. **Iheringia - Serie Botanica**, v. 72, n. 2, p. 161–163, 2017.

STEINMAUS, S. J.; PRATHER, T. S.; HOLT, J. S. Estimation of base temperatures for nine weed species. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 343, p. 275–286, 2000.

SUJII, E. R. et al. Controle Biológico De Insetos-Praga Na Soja Orgânica Do Distrito Federal. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 19, n. 2, p. 299–312, 2002.

TAVARES, C. J. et al. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do feijão. **Revista Brasileirade Ciencias Agrarias**, v. 8, n. 1, p. 27–32, 2013.

TEASDALE, J. R. et al. Weed seedbank dynamics in three organic farming crop rotations. **Agronomy Journal**, v. 96, n. 5, p. 1429-1435, 2004.

TEIXEIRA JUNIOR, D. L. et al. Ocorrência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi sob quatro manejos na Amazônia Ocidental. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 427-435, 2020.

THARP, B. E.; KELLS, J. J. Effect of Glufosinate-Resistant Corn (Zea mays) Population and Row Spacing on Light Interception, Corn Yield, and Common Lambsquarters (Chenopodium album) Growth 1 . **Weed Technology**, v. 15, n. 3, p. 413–418, 2001.

PISKACKOVA, T. A. R. et al. Integrating emergence and phenology models to determine windows of action for weed control: A case study using Senna obtusifolia. **Field Crops Research**, v. 69, n. 4 p. 446-456, 2021.

THOMPSON, K.; GRIME, J. P. Seasonal Variation in the Seed Banks of Herbaceous Species in Ten Contrasting Habitats. **The Journal of Ecology**, v. 67, n. 3, p. 893, 1979.

TIMOSSI, P. C.; HENCHEN, P.; LIMA, S. F. Supressão de Capim-Amargoso por plantas de cobertura. **Revista Científica Rural**, v. 23, n. 2, p. 92–102, 2021.

TIWARI, R. et al. Emergence patterns of winter and summer annual weeds in Ethiopian mustard (Brassica carinata) cropping system. **Weed Science**, v. 69, n. 4, p. 446–453, 2021.

TOZZI, E.; VAN ACKER, R. C. Effects of Seedling Emergence Timing on the Population Dynamics of Horseweed (Conyza canadensis var. canadensis) . **Weed**

Science, v. 62, n. 3, p. 451–456, 2014.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 343–349, 2004.

VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil science society of America journal**, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

ULBER, L. Weed species diversity in cropping systems : Management and conservation strategies. **Weed**, n. April, p. 35–52, 2010.

VARGAS, L. et al. Ráticas de anejo e a esistência de euphorbia heterophylla aos inibidores da ALS e tolerância ao glyphosate no rio grande do sul. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 427–432, 2013.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de Plantas Daninhas sobre Plantas Cultivadas. **Agropecuaria cientifica no semiárido**, v. 8, n. 1, p. 1–6, 2012.

VIDAL, R. A. et al. Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 309–315, 2007.

VIVIAN, R. et al. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Alternathera tenella*, C*onyza bonariensis* e *Digitaria ciliaris*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 507–513, 2008.

VOLL, E. et al. A dinâmica das Plantas daninhas e práticas de manejo. **Embrapa**, v. 1, p. 260, 2005.

WERLE, R. et al. Predicting Emergence of 23 Summer Annual Weed Species. **Weed Science**, v. 62, n. 2, p. 267–279, 2014a.

WERLE, R. et al. Environmental Triggers of Winter Annual Weed Emergence in the Midwestern United States. **Weed Science**, v. 62, n. 1, p. 83–96, 2014b.

WREGE, M. S. et al. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: e**stados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Brasília: Embrapa, 2012. 333p.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germination of conyza canadensis and conyza bonariensis seeds in function of water availability in the substrate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 309–317, 2010.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germination of Conyza canadensis and Conyza bonariensis seeds under different conditions of temperature and light. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 333–342, 2011.

XU, Y. et al. Seed germination ecology of conyza sumatrensis populations stemming from different habitats and implications for management. **Plan one**, v. 16, n. 12, p.

260–274, 2021.

ZAMBÃO, J. et al. Water restriction, salinity and depth influence the germination and emergence of sourgrass. **Journal of The Brazilian Weed Science Society**, v. 8, p. 1–9, 2020.

ZAMBRANO-NAVEA, C.; BASTIDA, F.; GONZALEZ-ANDUJAR, J. L. A hydrothermal seedling emergence model for Conyza bonariensis. **Weed Research**, v. 53, n. 3, p. 213–220, 2013.

ZANDONÁ, R. R. **Modelagem do fluxo de emergência e caracterização da longevidade do banco de sementes de espécies de plantas daninhas na cultura da soja e manejo com herbicidas pré-emergentes.** 2019, 159 p. Tese (Doutorado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019

ZANDONÁ, R. R.; AGOSTINETTO, D.; RUCHEL, Q. Modelagem matemática do fluxo de emergência de plantas daninhas: ferramenta para decisão no manejo de cultivos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, n. 1, p. 3, 2018.