

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

ÁCIDO GIBERÉLICO ASSOCIADO AO TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO NO
USO IMEDIATO E ARMAZENADO SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES E
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ARROZ

Lorenzo Ghisleni Arenhardt

Pelotas, 2021

Lorenzo Ghisleni Arenhardt

Ácido giberélico associado ao tratamento fitossanitário no uso imediato e armazenado sobre a qualidade de sementes e desenvolvimento inicial de arroz

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia de Sementes da Faculdade
de Agronomia da Universidade Federal
de Pelotas, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Ciência
e Tecnologia de Sementes.

Orientador: Eng. Agr. Dr. Géri Eduardo
Meneghello

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A111a Arenhardt, Lorenzo Ghisleni

Ácido giberélico associado ao tratamento fitossanitário no uso imediato e armazenado sobre a qualidade de sementes e desenvolvimento inicial de arroz / Lorenzo Ghisleni Arenhardt ; Géri Eduardo Meneghello, orientador. — Pelotas, 2021.

125 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. *Oryza sativa* L.. 2. Regulador vegetal. 3. Taxa de crescimento. I. Meneghello, Géri Eduardo, orient. II. Título.

CDD : 631.521

Lorenzo Ghisleni Arenhardt

Ácido giberélico associado ao tratamento fitossanitário no uso imediato e armazenado sobre a qualidade de sementes e desenvolvimento inicial de arroz

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau Mestre em Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 26/03/2021

Banca examinadora:

Dr. Géri Eduardo Meneghello (Orientador)

Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr^a. Gerusa Massuquini Conceição

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria.

Prof. Dr. José Antonio Gonzalez da Silva

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr. Luis Osmar Braga Schuch

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

.

Agradecimentos

À Deus Pai, pelo dom da vida, saúde, pelas oportunidades e pelas maravilhosas pessoas postas em meu caminho. Que continuai dando forças e esperança para passarmos por esse momento de pandemia.

Aos meus pais, Celso Luís Arenhardt e Rosa Maria Ghisleni Arenhardt, pelo carinho, pelo apoio, por todos os ensinamentos e oportunidades que me proporcionaram.

Aos meus irmãos, Emilio Ghisleni Arenhardt pelo incentivo, amizade, conhecimentos compartilhados e o exemplo de engenheiro agrônomo, Vincenzo Ghisleni Arenhardt pela amizade e companheirismo.

À minha namorada Thainá Yasmin Dessuy, pelo apoio incondicional, por torcer pelo meu sucesso, pelo companheirismo e carinho.

Ao Dr. Géri Eduardo Meneghello, pela orientação, pelo apoio, ensinamentos e conhecimento repassados.

Aos meus colegas e estagiários de laboratório, pela amizade e auxílio na realização de minhas atividades.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes por todos os ensinamentos e conhecimento repassados.

Meus sinceros agradecimentos a todos.

Resumo

ARENHARDT, Lorenzo Ghisleni, **Ácido giberélico associado ao tratamento fitossanitário no uso imediato e armazenado sobre a qualidade de sementes e desenvolvimento inicial de arroz**. Orientador: Géri Eduardo Meneghello. 2021 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

A semeadura precoce de lavouras de arroz pode acarretar em desuniformidade na emergência das plântulas devido a baixas temperaturas do solo, a germinação uniforme das sementes é fundamental para o adequado estabelecimento da cultura e sucessivamente melhores eficiências no manejo da lavoura. O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta fisiológica de sementes de arroz irrigado submetidas a diferentes concentrações de ácido giberélico (GA_3) aplicado juntamente com fungicida e inseticida no tratamento de sementes, e o desempenho destas sementes com e sem armazenamento após realizado o tratamento. O experimento realizado em laboratório foi em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, em esquema fatorial simples (5×3), cinco doses de ácido giberélico (GA_3): 0, 250, 500, 750 e 1000 mg do produto comercial ProGibb 40%, e três condições de tratamento de sementes: i) sementes tratadas somente com ácido giberélico; ii) sementes tratadas com ácido giberélico com a adição de fungicida e inseticida; iii) sementes tratadas com ácido giberélico com a adição de fungicida e inseticida e armazenadas por um período de 30 dias. A qualidade fisiológica foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas. O experimento a campo foi conduzido sob delineamento de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, em fatorial simples (5×2), sendo as mesmas doses de ácido giberélico (GA_3) e duas condições de manejo das sementes, sendo: i) sementes tratadas (ácido giberélico e fungicida e inseticida) e após 24 horas semeadas nos vasos; e, ii) sementes tratadas (ácido giberélico e fungicida + inseticida) e armazenadas por 30 dias em temperatura ambiente. As plantas foram avaliadas em quatro datas quanto ao comprimento, área foliar, massa seca da parte aérea, e análises de crescimento: i) taxa de crescimento da cultura – TCC ($mg.pl^{-1}dia^{-1}$); ii) taxa de crescimento relativo – TCR ($mg.g^{-1}dia^{-1}$); e iii) taxa de assimilação líquida – TAL ($mg.cm^2 dia^{-1}$). A associação do regulador vegetal ácido giberélico (GA_3) é compatível com fungicida e inseticida. É vantajoso o tratamento de sementes com esses produtos 30 dias antecedendo a semeadura do arroz, pois dessa forma as sementes já podem sair das empresas produtoras de sementes com esse combo de produtos junto ao tratamento industrial de sementes (GA_3 + fungicida + inseticida), evitando assim os riscos do tratamento “*on farm*” pelos produtores rurais.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; regulador vegetal; taxa de crescimento

Abstract

ARENHARDT, Lorenzo Ghisleni, **Gibberellic acid associated with phytosanitary treatment in immediate and stored use on seed quality and early development of rice**. Advisor: Géri Eduardo Meneghello. 2021 125 f. Dissertation (Master Degree in Science and Technology of Seeds) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

The early sowing of rice crops can lead to irregular seedling emergence due to low soil temperatures, uniform seed germination is essential for proper crop establishment and successively better efficiencies in crop management. The goal of this study was to evaluate the physiological response of irrigated rice seeds submitted to different concentrations of gibberellic acid (GA_3) applied along with fungicide and insecticide in seed treatment, and the performance of these seeds with and without storage after treatment. The experiment conducted in the laboratory was completely randomized design (CRD) with four repetitions, in a simple factorial scheme (5×3), five doses of gibberellic acid (GA_3): 0, 250, 500, 750 and 1000 mg of the commercial product ProGibb 40%, and three conditions of seed treatment: (i) seeds treated with gibberellic acid only; (ii) seeds treated with gibberellic acid with the addition of fungicide and insecticide; (iii) seeds treated with gibberellic acid with the addition of fungicide and insecticide and stored for a period of 30 days. The physiological quality was evaluated by germination tests, first germination count, seedling length and seedling dry weight. The field experiment was conducted in a randomized block design (RBD) with four repetitions, in a simple factorial (5×2), with the same doses of gibberellic acid (GA_3) and two seed handling conditions: i) treated seeds (gibberellic acid and fungicide and insecticide) and after 24 hours sown in pots; and ii) treated seeds (gibberellic acid and fungicide + insecticide) and stored for 30 days at room temperature. The plants were evaluated on four dates for length, leaf area, dry mass of the aerial part, and growth analysis: i) crop growth rate - CGR ($mg.pl^{-1} day^{-1}$); ii) relative growth rate - RGR ($mg. g^{-1} day^{-1}$); and iii) net assimilation rate - NET ($mg.cm^2 day^{-1}$). The association of the plant regulator gibberellic acid (GA_3) is compatible with fungicide and insecticide. It is advantageous to treat seeds with these products 30 days before rice sowing, because in this way the seeds can already leave the seed producing companies with this combination of products along with industrial seed treating (GA_3 + fungicide + insecticide), thus avoiding the risks of "on farm" treatment by farmers.

Keywords: *Oryza sativa* L.; plant regulator; growth rate

Lista de Figuras

Figura 1. Estrutura da semente de arroz (Fonte: VIEIRA; RABELO, 2006)	16
Figura 2. Qualidade fisiológica dos lotes de sementes das cultivares IRGA 424 RI (A), IRGA 431 CL (B), Guri INTA CL (C) e BRS Pampa (D) nas distintas condições de tratamentos. Pelotas, 2021.	34
Figura 3. Equação de regressão da variável primeira contagem de germinação da cultivar IRGA 431 CL. Pelotas, 2021.	36
Figura 4. Equação de regressão da interação condição e doses da variável primeira contagem de germinação da cultivar BRS Pampa. Pelotas, 2021.	37
Figura 5. Comprimento da parte aérea (A), radicular (B) e total (C) de plântulas de arroz da cultivar IRGA 424 RI analisadas em três condições sob diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	42
Figura 6. Comprimento da parte aérea (A), radicular (B) e total (C) de plântulas de arroz da cultivar Guri INTA CL analisadas em três condições sob diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	43
Figura 7. Comprimento da parte aérea (A), radicular (B) e total (C) de plântulas de arroz da cultivar BRS Pampa analisadas em três condições sob diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	44
Figura 8. Comprimento da parte aérea, radicular e total de plântulas de arroz da cultivar IRGA 431 CL sob diferentes doses de ácido giberélico Pelotas, 2021.	45
Figura 9. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A), radicular (MSPR) (B) e total (MST) (C) de plântulas de arroz irrigado da cultivar IRGA 424 RI. Pelotas, 2021.	49
Figura 10. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A), radicular (MSPR) (B) e total (MST) (C) de plântulas de arroz irrigado da cultivar Guri INTA CL. Pelotas, 2021.	50
Figura 11. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A), radicular (MSPR) (B) e total (MST) (C) de plântulas de arroz irrigado da cultivar BRS Pampa. Pelotas, 2021.	51

Figura 12. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A) e massa seca total (MST) (B) de plântulas de arroz irrigado da cultivar IRGA 431 CL. Pelotas, 2021.....	52
Figura 13. Janela do software WinDias utilizado para leitura; Calibração da medição de leitura (A) e folhas lidas (B). Pelotas, 2021.....	58
Figura 14. Área foliar (cm ²) de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para as cultivares IRGA 424 RI (A) e Guri INTA CL (B) e duas datas de avaliação para as cultivares BRS Pampa (C) IRGA 431 CL (D). Pelotas, 2021.	65
Figura 15. Análise de regressão para variável área foliar (cm ²) de plantas de arroz irrigado da cultivar IRGA 424 RI aos 7 (A) e 21 (B) DAE, cultivar BRS Pampa (C) e IRGA 431 CL (D) a 21 DAE. Pelotas, 2021.....	67
Figura 16. Massa seca (mg) de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI (A) e Guri INTA CL (B) e duas datas de avaliação para as cultivares BRS Pampa (C) e IRGA 431 CL (D). Pelotas, 2021.....	72
Figura 17. Análise de regressão da variável massa seca (mg) de planta de arroz irrigado sob diferentes doses de ácido giberélico no tratamento de sementes e duas condições de armazenamento. Pelotas, 2021.....	73
Figura 18. Médias de crescimento das plantas de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI (A) e Guri INTA CL (B) e duas datas de avaliação para as cultivares BRS Pampa (C) e IRGA 431 CL (D). Pelotas, 2021.	80
Figura 19. Comprimento da parte aérea plantas de arroz irrigado da cultivar IRGA 424 RI. Pelotas, 2021.....	81
Figura 20. Comprimento da parte aérea de plantas de arroz irrigado da cultivar IRGA Guri INTA CL. Pelotas, 2021.	82
Figura 21. Comportamento do comprimento da parte aérea de plantas de arroz irrigado da cultivar BRS PAMPA submetidos a diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	83
Figura 22. Comportamento do comprimento da parte aérea de plantas de arroz irrigado da cultivar IRGA 431 CL submetidos a diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	84

Figura 23. Comparação das médias da taxa de crescimento das plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI e GURI INTA CL e duas datas de avaliação para as cultivares BRS PAMPA e IRGA 431 CL. Pelotas, 2021.	89
Figura 24. Análise de regressão da taxa de crescimento das plantas de arroz irrigado em duas condições de manejo das sementes tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	90
Figura 25. Comparação das médias da taxa de crescimento relativo das plantas de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI e Guri INTA CL. Pelotas, 2021.	95
Figura 26. Taxa de crescimento relativo de plantas de arroz irrigado das cultivares BRS PAMPA e IRGA 431 CL em duas datas de avaliação sob diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	96
Figura 27. Comparação das médias da taxa de assimilação líquida das plantas de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI e Guri INTA CL e duas datas de avaliação para as cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL. Pelotas, 2021.	101
Figura 28. Equações de regressão da taxa de assimilação líquida de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e IRGA 431 CL sob diferentes doses de ácido giberélico e duas condições de manejo das sementes tratadas. Pelotas, 2021.	103

Lista de Tabelas

Tabela 1. Resumo da análise de variância para dados de qualidade fisiológicas dos lotes de sementes de arroz das cultivares IRGA 424 RI, IRGA 431 CL, Guri INTA CL e BRS Pampa, Pelotas, 2021	32
Tabela 2. Resumo da análise de variância do comprimento da parte aérea, parte radicular e do total das plântulas de arroz em três condições e cinco doses de ácido giberélico dos lotes de sementes das cultivares IRGA 424 RI, IRGA 431, GURI INTA CL e BRS Pampa. Pelotas, 2021.	38
Tabela 3. Teste de médias de comprimento da parte aérea, parte radicular e do total das plântulas de arroz em três condições e cinco doses de ácido giberélico de lotes de sementes das cultivares IRGA 424 RI, GURI INTA CL, BRS PAMPA e IRGA 431 CL. Pelotas, 2021.	41
Tabela 4. Resumo da análise de variância da massa seca da parte aérea, parte radicular e total das plântulas em três condições e cinco doses de ácido giberélico de lotes de sementes das cultivares IRGA 424 RI, IRGA 431 CL, BRS Pampa, Guri INTA CL. Pelotas, 2021.....	46
Tabela 5. Teste de médias da massa seca da parte aérea, parte radicular e total das plântulas em três condições e cinco doses de ácido giberélico de lote de sementes do cultivar IRGA 424 RI. Pelotas, 2021.	48
Tabela 6. Resumo da análise de variância para a variável área foliar de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.....	60
Tabela 7. Médias da área foliar de plantas de arroz irrigado medido em 4 diferentes datas de avaliações (DAE) sob duas condições de armazenamento e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.....	62
Tabela 8. Resumo da análise de variância para a variável massa seca de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.....	68

Tabela 9. Teste de médias da massa seca de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas de avaliações sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	71
Tabela 10. Resumo da análise de variância para a variável crescimento da parte aérea de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.	76
Tabela 11. Médias de comprimento de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas de avaliações sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	78
Tabela 12. Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.	85
Tabela 13. Médias da taxa de crescimento da cultura de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	87
Tabela 14. Resumo da análise de variância para a variável taxa de crescimento relativo de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.	92
Tabela 15. Teste de médias da taxa de crescimento relativo de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	94
Tabela 16. Resumo da análise de variância para a variável taxa de assimilação líquida das plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.	98
Tabela 17. Médias da taxa de assimilação líquida de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.	99

SUMÁRIO

Introdução Geral.....	13
Revisão Bibliográfica.....	14
1.1. Cultura arrozeira e sua importância	14
1.2. Semente: Morfologia e Composição	15
1.3. Hormônios vegetais: Ácido Giberélico (GA ₃)	16
1.4. Processo germinativo em função do ácido giberélico (GA ₃) e a camada de aleurona	18
1.5. Tratamento de Sementes.....	19
1.6. Armazenamento de Sementes.....	21
1.7. Análise de Crescimento	23
Capítulo 1 – Interação de GA₃ no tratamento de sementes de arroz irrigado com inseticida e fungicida.....	26
Introdução.....	26
Material e Métodos	27
Resultados e discussão	31
Conclusões.....	52
Capítulo 2 – Resposta foliar de plântulas de arroz em função do tratamento de sementes com ácido giberélico juntamente com fungicida e inseticida .	54
Introdução.....	54
Material e Métodos	55
Resultados e Discussão	59
Área Foliar.....	59
Massa Seca.....	67
Comprimento	74
Taxa de Crescimento da Cultura.....	84
Taxa de Crescimento Relativo	91
Taxa de Assimilação Líquida	97
Conclusões	104
Considerações Finais	105
Referencias	106
Apêndice	116

Introdução Geral

A expectativa de produção de arroz na safra brasileira de 2020/2021 é de aproximadamente 11 milhões de toneladas sob os 1,7 milhão de hectares semeados dessa espécie, o qual 78 % é provenientes do sistema de cultivo irrigado, sendo o estado do Rio Grande do Sul o maior produtor (CONAB, 2021). Segundo o zoneamento agroclimático para a cultura do arroz irrigado (STEINMETZ et al., 2007) a semeadura deve ser iniciada partir da segunda semana de setembro, quando o solo apresenta temperaturas superiores a 20 graus celsius e se estendendo até início de dezembro. A resposta da germinação de sementes de arroz na região sul do país é condicionada pela temperatura, a presença de baixas temperaturas é recorrente, dificultando a germinação das sementes e o estabelecimento inicial das plântulas, podendo ocasionar estandes desuniformes e, conseqüentemente, baixa produção das lavouras (SOSBAI, 2018; GUADAGNIN et al., 2017). Esta condição climática desfavorável acontece de forma recorrente no sul do RS, principalmente na região de Santa Vitória do Palmar, ocasionando uma lenta e desigual germinação das sementes, acarretando em atrasos no manejo com a lâmina de água, adiando sucessivamente o restante dos tratos culturais, além de causar prejuízos no rendimento de grãos.

Além do estresse causado por baixas temperaturas, o estabelecimento das plântulas de arroz pode ser afetado por diversos fatores (GROHS et al., 2012), sendo a proteção das sementes contra pragas e doenças fundamental, pois estes são uns dos itens que mais causam danos aos cultivos agrícolas (MACHADO et al., 2006). O uso de fungicidas e inseticidas no tratamento de sementes é uma prática utilizada para aumentar o desempenho das sementes, protegendo a cultura durante a fase inicial do seu ciclo. Diversos trabalhos estão descritos na literatura utilizando diferentes tratamentos com a finalidade de proteger e promover a germinação das sementes de arroz, geralmente envolvendo bioestimulantes (DIAS & GOMES 1995; GROHS et al., 2012) e/ou fitorreguladores (DARIO et al., 2004). No entanto, ainda há carência de informação precisa sobre a utilização de ácido giberélico no tratamento das sementes de arroz como uma alternativa viável e eficiente para favorecer a rápida germinação e adequado estande inicial da cultura. Neste sentido, o uso

de reguladores de crescimento pode tornar as plantas mais tolerantes a fatores de estresse em condições subótimas, auxiliando no seu desenvolvimento. Segundo Taiz e Zeiger (2013) a giberelina atua de forma expressiva na germinação das sementes através do controle da hidrólise de reserva. Segundo Ferreira et al., (2002) a aplicação da giberelina exógena proporciona a ativação da síntese de enzimas, as quais irão hidrolisar as reservas da semente, fazendo com que haja liberação de energia para o crescimento do embrião, proporcionando uma estimulação do alongamento celular, proporcionando que a radícula rompa o tegumento da semente e assim haja a emergência da plântula.

Neste sentido, a utilização do regulador de crescimento ácido giberélico (GA₃) juntamente com o tratamento das sementes pode ser uma alternativa viável para que os orizicultores obtenham um maior índice de sementes germinadas, visando um melhor estabelecimento inicial da cultura, com plântulas maiores e respectivamente com maiores índices de área foliar, possibilitando assim, um estande inicial mais uniforme e acentuando o fechamento de linha mesmo sob condições adversas de cultivo. Entretanto, o uso simultâneo do ácido giberélico junto aos produtos químicos do tratamento de sementes deve ser testado. Portanto, avaliar a viabilidade de efetuar-se o tratamento de sementes com diferentes produtos, com maior antecedência em relação à data de semeadura e a manutenção da qualidade das sementes posteriori, pode tornar-se uma prática de extrema valia para os agricultores e produtores de sementes.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta fisiológica de sementes e o desenvolvimento inicial de arroz submetidas a diferentes concentrações de ácido giberélico (GA₃) aplicado juntamente com o tratamento fitossanitário e a realização da semeadura de forma imediata e após trinta dias.

Revisão Bibliográfica

1.1. Cultura arrozeira e sua importância

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma monocotiledônea da família das Poaceae, antiga Gramínea. É uma planta anual, que pode se desenvolver em condições de solo seco ou alagado (MAGALHÃES JUNIOR et al., 2004). Aproximadamente

80% da produção nacional de arroz é oriunda do sistema de cultivo irrigado (CONAB, 2021). A orizicultura é a terceira cultura em área cultivada e, conseqüentemente, consumida mundialmente (SOSBAI, 2018). Por ser rico em carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais (ABBAS et al., 2011), este cereal é responsável por nutrir mais da metade da população humana (BAKHSHANDEH et al., 2018), contribuindo com 21% da aquisição calórica diária e 15% do consumo de proteínas per capita (OLI et al., 2014). Ainda, a cultura arrozeira é considerada para muitos países em desenvolvimento, principalmente na Ásia e Oceania, o cultivo alimentar de maior importância (SILVEIRA et al., 2015).

Mundialmente se produz mais de 500 milhões de toneladas de arroz, tendo os maiores produtores localizados no continente asiático, sendo a China o maior produtor (148 milhões de T), seguido pela Índia (120 milhões de T) e Indonésia, com 35 milhões de T) (USDA, 2020). O Brasil é o maior produtor deste cereal fora do continente asiático, sendo cultivados, anualmente, desde o séc. XX, entre 1,7 e 3,9 milhões hectares, atingindo produções de 11 à 13 milhões de toneladas (CONAB, 2021). Assim como produtores, os asiáticos são os maiores consumidores deste cereal, apresentando uma média anual de 78 kg.pessoa⁻¹.ano⁻¹. Em contrapartida, os brasileiros possuem consumo médio anual de 32 kg.pessoa⁻¹.ano⁻¹, menos da metade consumida pelos asiáticos e inferior à média mundial, de 54 kg.pessoa⁻¹.ano⁻¹ (SOSBAI, 2018).

1.2. Semente: Morfologia e Composição

A formação da semente consiste no desenvolvimento do embrião, do endosperma e das estruturas de proteção. A semente bem nutrida contém todas as substâncias e condições necessárias para o crescimento e desenvolvimento do embrião e posteriormente da plântula (ZIMMER, 2012).

A semente de arroz é constituída pela cariopse (núcleo) e por uma estrutura de proteção (casca). A camada de proteção é composta de duas folhas modificadas, a pálea e a lema, que podem representar até 22% do volume total da semente. A cariopse é formada por diferentes camadas, sendo as mais externas o pericarpo, o tegumento e a camada de aleurona, sendo esta, rica em proteínas e lipídios. A aleurona é a camada mais externa do endosperma que também envolve a parte externa do embrião (gérmen). O embrião está localizado

no lado ventral na base do grão, é rico em proteínas e lipídios, e representa 2-3% do arroz integral. O endosperma forma a maior parte do grão (89-94% do arroz integral) e consiste de células ricas em grânulos de amido e com alguns corpos proteicos (JULIANO & BECHTEL, 1985; TANAKA et al., 1973; EIFERT, 2009).

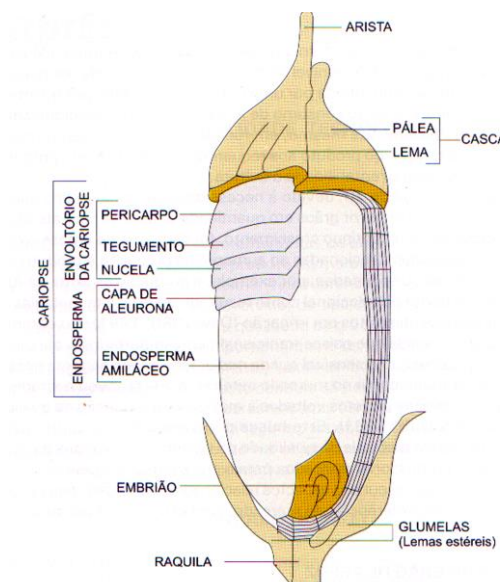


Figura 1. Estrutura da semente de arroz (Fonte: VIEIRA; RABELO, 2006)

O arroz, assim como outros cereais, é constituído principalmente por amido, apresentando quantidades superiores a 80% e concentrações menores de proteínas, lipídios, fibras e cinzas (WALTER et al., 2008). Entretanto, a composição das sementes e de suas frações estão sujeitas a variações ambientais, de manejo, processamento e armazenamento (ZHOU et al., 2002).

1.3. Hormônios vegetais: Ácido Giberélico (GA_3)

Os hormônios estão envolvidos nos aspectos da regulação do crescimento e desenvolvimento dos vegetais de uma forma muito complexa, pois, um único hormônio pode causar efeitos variados em diferentes tecidos ou órgãos em distintos estádios fenológicos da cultura (ALMEIDA & RODRIGUES, 2016). Em contrapartida, diferentes hormônios podem causar a mesma resposta no mesmo tecido ou órgão. Além disto, o conjunto de dois ou mais hormônios podem agir cooperativamente para causar uma resposta fisiológica específica (VIEIRA et al., 2010).

As giberelinas (GAs) são consideradas reguladoras de crescimento e desenvolvimento (SCHWECHHEIMER, 2008), sendo sintetizadas em muitas partes da planta, como embriões e tecidos meristemáticos. Segundo Salisbury & Ross (1991), na maioria das espécies, a giberelina atua no alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os tecidos que restringem o seu crescimento, como o endosperma, o tegumento da semente ou estruturas do fruto. A biossíntese de giberelinas é fortemente regulada por alguns fatores ambientais, tais como fotoperíodo e temperatura, os quais podem alterar os teores de giberelinas ativas por afetarem processos específicos da rota biossintética (KERBAUY, 2008).

O ácido giberélico (GA₃) é considerado ativador enzimático endógeno, promovendo a germinação das sementes (LEVITT, 1974), e a aplicação exógena deste promotor influencia o metabolismo proteico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (EVINS, 1971). Por outro lado, a sua aplicação exógena pode provocar um excessivo alongamento dos entrenós (TAIZ & ZEIGER, 2013). Situação ocorrida nos estudos de Arruda Souza et al., (2010) que constataram incremento de estatura de plantas de feijão com a aplicação de GA₃ nas sementes.

Cultivares de arroz apresentam diferentes sensibilidades em relação as concentrações de giberelinas aplicadas via tratamento de semente (GUADAGNIN et al., 2017). A aplicação exógena de GA₃ pode ser considerada uma alternativa para condições de ambientes onde há baixos níveis de crescimento e desenvolvimento de plântulas de arroz devido a temperaturas amenas. Há relatos que a utilização de ácido giberélico nas sementes incrementa o crescimento na fase de germinação e melhora o desempenho das plântulas de arroz, acelerando a velocidade de emergência com uniformidade e realçando o potencial das sementes (BEVILAQUA et al., 1993; CUNHA & CASALI, 1989; HELMS et al., 1991; SOUZA & MENEZES, 1991; LUZES et al., 1994), mesmo sob condições adversas de baixas temperaturas. Além disso, estudos de Guadagnin et al., (2017) mostram que, o incremento das doses do AG₃ refletiram positivamente no desenvolvimento das plântulas, mesmo com acréscimos de temperatura. Sementes de arroz recobertas com a solução sintética de ácido giberélico (GA₃) mais a mistura fungicida carboxim + thiram

apresentam resultados satisfatórios no desenvolvimento de plântulas (ARSEGO et al., 2006).

Aragão et al., (2001) estudando a aplicação de GA₃ em milho super doce, encontraram resultados satisfatórios na germinação e no maior número de plântulas emergidas na primeira contagem, além de maior massa de matéria fresca da parte aérea e melhor uniformidade de plântulas. Nesse sentido, Tonin (2015) concluiu que o GA₃ se mostrou efetivo na superação de dormência de sementes de trigo, além de influenciar na velocidade de germinação das sementes. Em contrapartida, resultados de Arruda Souza et al., (2010), estudando a aplicação exógena de GA₃ em sementes de feijão, que contém alta quantidade de proteína, concluíram reduziu a emergência de plantas, com redução da área foliar e do diâmetro da haste. Ainda, na cultura do arroz, o uso de ácido giberélico causou estiolamento inicial (GROHS et al., 2012).

1.4. Processo germinativo em função do ácido giberélico (GA₃) e a camada de aleurona

O processo de germinação da semente ocorre através de uma sequência de eventos fisiológicos que podem ser influenciados por fatores extrínsecos, como: água, temperatura, oxigênio e luz; e por fatores intrínsecos, sendo eles: impermeabilidade do tegumento, imaturidade fisiológica e presença de substâncias inibidoras da germinação (BEWLEY & BLACK, 1982; MARCOS FILHO et al., 1987; CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). A germinação é caracterizada pela protrusão da raiz primária através do tegumento, sendo este o ponto crucial que identifica esse processo. A germinação depende de um nível ideal de hidratação para que ocorra a ativação dos processos metabólicos que culminarão com o crescimento do eixo embrionário (BEWLEY et al., 2013; CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Assim, as sementes iniciam a germinação quando o embrião começa a sintetizar e liberar as giberelinas que se difundem na camada de aleurona, ativando enzimas hidrolíticas. As α -amilase exercem o principal papel na degradação de amido em sementes de cereais (DUNN, 1974; BECK & ZEIGLER, 1989), apresentando 90% da atividade amilolítica total (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1978). As reservas de nutrientes são absorvidas pelo escutelo e transportados para o embrião (RAVEN et al., 2001).

Na cevada, a secreção de enzimas de degradação de amido pelas camadas de aleurona depende da presença do embrião, sendo assim, foi descoberto que o ácido giberélico (GA_3) poderia substituir o embrião na estimulação da degradação do amido. O significado do efeito da giberelina tornou-se claro quando foi demonstrado que o embrião sintetiza e libera GAs no endosperma durante a germinação (TAIZ & ZEIGER, 2013). Vieira et al., (2002) verificaram aumento nas concentrações de α -amilase em sementes de arroz embebidas em água e solução de giberelina, proporcionalmente ao tempo que as sementes ficaram embebidas na solução e dependente das concentrações de giberelina.

1.5. Tratamento de Sementes

A utilização de defensivos agrícolas no tratamento de sementes confere estruturas de defesa para a semente quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são desfavoráveis à germinação, deixando a semente exposta por mais tempo a fungos de solo, pragas, entre outros (BAUDET & PESKE, 2007; HENNING, 2005). O tratamento de sementes com produtos adequados mantém a qualidade fisiológica e sanitária destas, apresentando efeitos benéficos em diversas fases do crescimento inicial e do desenvolvimento da cultura (CUNHA et al., 2015). A utilização de fungicidas e inseticidas, juntamente com sementes de alta qualidade fisiológica é essencial para altas produtividades agrícolas (DAN et al., 2010; ABATI et al., 2014). Sementes tratadas, usualmente vêm recebendo a adição de compostos químicos que auxiliam na sua instalação e crescimento na lavoura. Estes compostos possuem atuação fisiológica nas plantas, auxiliando-as a estabelecerem crescimento vigoroso e com melhor aproveitamento do seu potencial produtivo. Uma prática agrônômica para proporcionar melhor desenvolvimento inicial e vigor de plântulas, é o uso de reguladores vegetais no tratamento de sementes (LUDWIG et al., 2011; NICCHIO et al., 2013; SANTOS et al., 2013), pois tornam as plantas mais tolerantes a fatores de estresse, possibilitando melhores chances de atingir seu potencial produtivo (CASTRO et al., 2008). Os reguladores vegetais podem ser aplicados nas plantas no tratamento das sementes e via foliar, a fim de melhorar a velocidade de germinação, enraizamento, crescimento e desenvolvimento das plantas na

diferenciação, divisão e alongamento celular (RAMOS & BINOTTI, 2012; NICCHIO et al., 2013; SANTOS et al., 2013).

Embora seja considerado um dos métodos mais eficientes para proporcionar o bom estabelecimento do estande inicial de plântulas, resultados de pesquisas desenvolvidas por Fessel et al., (2003), Dan et al., (2012), Lanferdini et al., (2017) e Rocha et al., (2017) demonstraram que alguns ingredientes ativos como tiametoxam, fipronil, imidacloprido, imidacloprido + tiodicarbe carbofuram, quando aplicados às sementes, podem ocasionar redução no seu potencial fisiológico, dependendo do tempo de armazenamento.

Contudo, o tratamento de sementes só será bem-sucedido quando aplicada a dose correta do produto, se sua distribuição sobre a superfície da semente for homogênea (FRANCO et al., 2013), e se além de outros fatores, ele for compatível com outros produtos (LUCCA, 2006), além de não afetar a qualidade fisiológica da semente. Além disso, esta prática apresenta alguns inconvenientes, entre os quais: necessidade de realizar tratamento em grande quantidade de sementes, em curto espaço de tempo, geralmente no mesmo dia da semeadura, principalmente para suprir os plantios extensivos. Apesar da disponibilidade de máquinas apropriadas para o tratamento das sementes, há dificuldade para aliar a qualidade do tratamento, a segurança do operador e a quantidade de sementes tratadas em poucos dias ou mesmo horas antes da semeadura (GRUTZMACHER et al., 2008).

Atualmente, muitos produtores ainda realizam o tratamento dentro de suas propriedades por conta do custo mais baixo. Nos últimos anos, algumas empresas especializadas em agroquímicos passaram a realizar estes tratamentos de maneira industrial. Apesar do custo mais alto, é recomendável que o produtor decida pelo uso de sementes tratadas industrialmente. Isso se dá pelo fato de a semente estar em melhores condições para a germinação. As sementes tratadas industrialmente resultam em uma lavoura mais uniforme e uma planta mais bem adequada às condições do ambiente em que será plantada (PARISI E MEDINA, 2013).

Com efeito, o tratamento industrial elimina a operação de tratar as sementes no campo (*on farm*), mas há quem questione seu efeito na qualidade

fisiológica das sementes por causa do tempo entre o tratamento industrial e a semeadura.

1.6. Armazenamento de Sementes

O conhecimento dos métodos de armazenamento é importante para manter a alta qualidade fisiológica, física e sanitária das sementes nos períodos de entre safras. As diferentes condições de armazenamento, como temperatura e umidade relativa têm grande influência na longevidade das sementes, e a redução desses parâmetros aumenta significativamente a sua vida útil, sendo fundamental na tomada de decisão, além de promover aumento na produtividade (LUDWIG et al., 2015; SAUER et al., 1992). De acordo com Harrington (1972), para cada decréscimo de 1 ponto percentual de umidade, ou 5,5 °C na temperatura, o tempo de viabilidade das sementes é dobrado.

O armazenamento tem por objetivo principal a manutenção da qualidade fisiológica das sementes, reduzindo a sua deterioração (BAUDET; VILLELA, PESKE, 2012). Condições ideais de armazenamento não melhoram o vigor e germinação das sementes, entretanto, o armazenamento sob condições desfavoráveis acarreta na diminuição da germinação, usualmente devido à deterioração fisiológica e desenvolvimento de fungos (AZEVEDO et al., 2003, PASCUALI 2012, BLACK et al., 2006). A deterioração de sementes é um processo inevitável e irreversível, manifestada por uma série de alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas, com início a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, determinando a queda do potencial de desempenho e ocasionando a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015).

O conteúdo de reservas das sementes é importante para sua longevidade. Os cereais, por exemplo, com alto conteúdo de amido, possuem alto potencial de armazenamento, por outro lado, sementes com alto teor de óleo e proteínas, como a soja, têm tendência a um maior risco de deterioração, devido a reações envolvendo a peroxidação de lipídeos (BLACK et al., 2006). O armazenamento adequado deve ser realizado tão logo quanto possível para preservar a qualidade da semente desde a colheita até a semeadura na próxima safra. Contudo, o armazenamento das sementes inicia-se algum tempo antes que seja

realizada a colheita, ou seja, a partir do momento em que elas atingem o ponto de maturidade fisiológica.

O início do processo de deterioração das sementes é manifestado pela redução do vigor. Várias enzimas, tais como, lipases, amilases, proteinases, desidrogenases e fosfatases apresentam redução de sua atividade em decorrência do decréscimo da qualidade fisiológica das sementes (BEWLEY et al., 2013). A α -amilase, enzima hidrolítica, é produzida pela camada de aleurona em resposta à ação das giberelinas, sendo liberada dentro do endosperma onde atua na conversão de amido em açúcares, utilizados no crescimento do embrião (ARTECA, 1995). Similarmente, a fosfatase ácida é uma enzima do tipo hidrolase, que atua no metabolismo de carboidratos e fosfatos, participando da mobilização de proteínas de reserva, principalmente durante a germinação e crescimento da plântula (BEWLEY et al., 2013; GOMES et al., 2000).

A longevidade das sementes é influenciada por características físicas, fisiológicas e sanitárias e pelas condições de armazenagem, sobretudo teor de água da semente e temperatura do ambiente. A combinação de alto teor de água, elevada temperatura e umidade relativa, são condições favoráveis para a proliferação de fungos e infestação de insetos, ocasionando redução do vigor e consequentemente a perda de viabilidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Portanto, a redução do teor de água das sementes e da temperatura do ambiente, tende a prolongar a longevidade das sementes. Assim, devido ao volume significativo de sementes à serem tratadas, a antecipação do tratamento químico das sementes acompanhado de correta armazenagem pode ser um método viável para empresas produtoras de sementes e grandes produtores rurais, preservando a qualidade da semente, do tratamento e do processo como um todo.

Todavia, dependendo do tipo do agente utilizado no tratamento de sementes, como a própria água, produtos químicos líquidos, nutrientes, hormônios e reguladores de crescimento, aminoácidos e polímeros podem aumentar os riscos de deterioração da qualidade fisiológica das sementes. Estudos de Silveira et al., (2018) demonstrou que o tratamento de sementes de arroz com produto a base de dietholate interferiu negativamente na porcentagem

de germinação das mesmas, quando semeadas imediatamente após o tratamento ou quando o período de armazenamento foi inferior à 14 dias, apresentando diferença significativa em relação à testemunha, sem tratamento. Além disso, o armazenamento de sementes tratadas por períodos maiores que 7 e 14 dias foram benéficos para o crescimento de raízes e crescimento inicial de parte aérea de arroz em relação a sementes não tratadas. Pereira et al., (2018) concluíram que o tratamento industrial de sementes de soja com bioestimulantes realizado 60 dias antes da semeadura apresentou melhores resultados de germinação, vigor e produtividade em relação as sementes tratadas na fazenda pouco antes da semeadura. Segundo Ferreira et al., (2016) a utilização de inseticida e fungicida tiofanato-metílico, fipronil e piraclostrobina apresentou efeito negativo na qualidade das sementes de soja avaliadas e armazenadas por dois meses.

Entretanto, são inegáveis as vantagens de se utilizar uma semente protegida, como veículo de transporte de tecnologia, além do combate contra agentes biológicos externos como insetos-pragas, fungos, etc. Sendo necessário assim, a realização de estudos específicos de tratamento de sementes com produtos de última tecnologia que beneficiam a qualidade das sementes e que envolve o armazenamento (PESKE; BAUDET & PANOZZO, 2019).

1.7. Análise de Crescimento de planta

O crescimento e o rendimento final das plantas cultivadas é o resultado de suas interações com o ambiente. Entretanto, para se compreender alguns aspectos da natureza dos controles intrínsecos de cada material, necessita-se do estabelecimento de índices mais detalhados que permitam uma melhor compreensão dessas interações, através da análise quantitativa do crescimento das plantas (PEIXOTO & PEIXOTO, 2009).

A análise de crescimento é a parte da fisiologia vegetal que utiliza modelos matemáticos para avaliar índices de crescimento das plantas, muitos deles relacionados com atividade fotossintética (DOS REIS, 1978), baseado em métodos quantitativos que descrevem e interpretam o desempenho de uma planta crescendo sob condições naturais ou controladas (HUNT, 2003). Portanto, sendo uma ferramenta valiosa que facilita a compreensão das

adaptações morfofisiológicas das plantas às condições do meio e do manejo ao qual são submetidas, servindo para conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie (BENINCASA, 2003). A área foliar de uma cultura é importante por ser um parâmetro indicativo de crescimento e produtividade, no qual o processo fotossintético depende da capacidade do dossel na interceptação da energia luminosa através da sua arquitetura e superfície foliar, e a sua conversão de energia luminosa em energia química (LEONG 1980, GOMIDE e GOMIDE, 1999). A avaliação cuidadosa da área foliar auxilia na tomada de decisão para se eleger uma cultivar mais produtiva (MAGALHÃES, 1979). O significado deste parâmetro resume-se na premissa que, materiais mais produtivos possuem uma maior facilidade em manter uma área foliar por um maior período, possibilitando melhor desempenho na obtenção da matéria prima para a fotossíntese, a qual é muito importante para a produção de carboidratos, lipídeos e proteínas. O índice de área foliar é determinado através da área da superfície total das folhas da planta por unidade de superfície de solo para interceptação e absorção de luz (PEDÓ et al., 2014).

As avaliações de biomassa produzida pela planta e suas estruturas (folhas, colmos, flores e grãos), tamanho da unidade fotossintetizante e da área foliar durante o desenvolvimento da planta são necessárias de serem realizadas periodicamente (BENINCASA 2003; TAIZ e ZEIGER 2009). Após a obtenção das informações do peso seco total e os dados de área foliar, os índices de crescimento podem ser calculados através de fórmulas matemáticas de crescimento.

Para Reis & Muller (1979), taxa de crescimento absoluto é a variação ou incremento entre duas amostragens ao longo de um determinado período de tempo. É uma medida que pode ser usada para se ter ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação. A taxa de crescimento da cultura (TCC) é o acúmulo da massa seca com o tempo, a qual representa a capacidade de produção de fitomassa da cultura. Segundo Marafon (2012), a TCC é considerada o parâmetro mais importante em fisiologia da produção e empregado para comunidades vegetais, pois representa a quantidade total de matéria seca acumulada por unidade de área em um determinado tempo.

A taxa de crescimento relativo (TCR) representa o incremento em peso de matéria seca por peso de matéria seca já existente, num dado intervalo de tempo ($\text{g.g}^{-1}.\text{tempo}^{-1}$) (OLIVEIRA & GOMIDE, 1986 apud GUIMARÃES, 1994), ou seja, é a variação ou incremento entre duas amostragens que indica a velocidade de crescimento da planta (MARAFON, 2012). A TCR é obtida pelo produto da taxa assimilatória líquida (TAL) pela razão de área foliar (RAF), o que a torna um importante índice do crescimento vegetal, pois combina um fator fisiológico (TAL) e outro morfológico (RAF), variando ao longo do ciclo vegetal, pois depende desses dois fatores do crescimento. A taxa de crescimento relativo (TCR, em $\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) é calculada por meio da razão entre o logaritmo natural da massa seca total de duas amostragens sucessivas (P2 e P1) e o intervalo de tempo (t2 e t1) entre estas duas amostragens; sendo: $\text{TCR} = \text{Ln P2} - \text{Ln P1}/t2-t1$.

A taxa de assimilação líquida (TAL) é o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração, podendo ser positiva ou negativa, em função das condições a que a planta é submetida e depende dos fatores ambientais, principalmente da radiação solar. Representa ainda a eficiência do aparelho fotossintético, pois reflete o acréscimo em biomassa por unidade de área foliar por dia, onde a TAL diminui com o aumento do IAF. É aplicada quando existe uma correlação linear entre a área foliar e a matéria seca total (LAWLOR, 1995; SILVA, 2000; ALEXANDRINO et al., 2005; PEIXOTO et al., 2011).

Capítulo 1 – Interação de GA₃ no tratamento de sementes de arroz irrigado com inseticida e fungicida

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das principais espécies cultivadas no mundo em valor e em volume de produção. Para a cultura atingir bons rendimentos, é fundamental alcançar um estande adequado e realizar os manejos e tratos culturais corretos. No entanto, é essencial utilizar sementes de alta qualidade. Aliado à isto, outro fator que contribui para altas produtividades é o uso do tratamento químico de sementes.

O tratamento químico de sementes é a forma mais difundida para o controle de patógenos, compreendendo a aplicação de fungicida, inseticida, nematicida, antibiótico, entre outros. De maneira geral, o tratamento consiste na aplicação de substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes, permitindo a expressão máxima do potencial genético das culturas (MENTEN & MORAES, 2010). Assim, estratégias como o tratamento de sementes com produtos comumente chamados de bioestimulantes, ou seja, capazes de estimular o crescimento das plantas, vêm sendo adotadas por inúmeros produtores. Estes produtos possibilitam maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura e estabelecimento do estande (GROHS et al., 2012), além de protegerem as plântulas contra estresses abióticos (CATANEO et al., 2010)

Cultivares de arroz apresentaram diferentes sensibilidades em relação as concentrações de giberelinas aplicadas via tratamento de semente (GUADAGNIN et al., 2017). A aplicação exógena de GA₃ juntamente ao tratamento de sementes pode ser considerada uma alternativa para condições onde há baixos níveis de crescimento e desenvolvimento de plântulas de arroz (GUADAGNIN et al., 2017), pois o ácido giberélico é considerado ativador enzimático endógeno, promovendo a germinação das sementes (LEVITT, 1974). Sua aplicação influencia o metabolismo proteico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (EVINS, 1971). Por outro lado, pode provocar

um excessivo alongamento dos entrenós (TAIZ & ZEIGER, 2013) e promover um incremento na estatura das plantas (ARRUDA SOUZA et al., 2010).

Devido a sua importância, o tratamento industrial de sementes (TIS) vem se tornando uma prática corriqueira no meio agrícola, tendo por finalidade, a comercialização das sementes já tratadas, eliminando assim, os riscos que os produtores rurais correm na realização do tratamento na fazenda (*'on farm'*), como erros de dosagem e recobrimento, danos na semente, problemas operacionais e intoxicação dos operadores (PESKE; BAUDET & PANOZZO, 2019).

Atualmente, grande parte das empresas produtoras de sementes realizam o tratamento nas sementes (TSI) somente algumas semanas antes da comercialização, por temer os efeitos negativos dos produtos sobre a qualidade das sementes durante o armazenamento (CAIXETA et al., 2017). Entretanto, seria vantajoso para a logística das empresas se esta operação pudesse ser realizada com maior antecedência. Para tanto, é necessário conhecer a influência dos produtos utilizados sobre a qualidade fisiológica das sementes no decorrer do período de armazenamento (JUNIOR BRAUN, 2015).

Desta forma, esse estudo teve por objetivo avaliar o comportamento fisiológico de sementes de arroz tratadas com ácido giberélico (GA₃) juntamente com fungicida e inseticida, armazená-las por um período de trinta dias e, posteriormente, analisar a resposta das plântulas em relação a sua qualidade.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes pertencente ao programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de sementes, Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), localizado no município de Capão do Leão, RS.

As sementes utilizadas foram lotes das cultivares de arroz irrigado BRS Pampa, IRGA 431 CL, IRGA 424 RI e Guri INTA CL, os quais apresentaram vigor de 95, 92, 95 e 95 % pelo teste de tetrazólio, respectivamente, amplamente cultivadas no Rio Grande do Sul. Estes lotes foram adquiridos de uma empresa

produtora de sementes localizada no município de Santa Vitória do Palmar – RS, provenientes da safra agrícola 2018/19.

De forma independente para cada cultivar, um experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, em esquema fatorial simples (5x3), o qual foi utilizado cinco doses de ácido giberélico (GA_3) e três condições de tratamento de sementes. As cinco doses de ácido giberélico (GA_3) utilizadas foram: 0, 250, 500, 750 e 1000 mg do produto comercial (ProGibb), contendo 40% do i.a. GA_3 por 100 kg de sementes, aplicados juntamente no tratamento de sementes. Os tratamentos de sementes utilizados foram: i) sementes tratadas somente com ácido giberélico; ii) sementes tratadas com ácido giberélico com a adição de fungicida e inseticida; iii) sementes tratadas com ácido giberélico com a adição de fungicida e inseticida e armazenadas por um período de 30 dias. Para o controle padrão (testemunha) foi utilizado somente água destilada com mesmo volume de calda, sem aplicação de nenhuma substância. No tratamento de sementes químico (agroquímico) foi utilizado um produto comercial contendo inseticida e fungicida, formulado com tiofanato- metílico (225g/L), fipronil (260g/L) e piraclostrobina (25 g/L), seguindo as recomendações do produto para o tratamento de sementes na cultura do arroz (0,50 – 1,0 ml/100 kg de semente). O tratamento de sementes foi realizado em tratadora de laboratório da marca MECMAC, utilizando-se uma rotação de 60 rpm. As sementes foram depositadas no interior da tratadora e os produtos foram aplicados em suas determinadas doses, juntamente com água para completar o volume de calda de 10 ml. Em seguida, as sementes foram agitadas por 2 minutos, adicionado um polímero e novamente agitadas por 2 minutos. Após esse período, as sementes foram postas em sacos de papel devidamente identificados e deixadas descansando em temperatura ambiente por 24 horas. No dia seguinte o experimento foi instalado para posteriormente realizar as avaliações. Após a montagem do experimento, as sementes foram armazenadas na câmara fria (temperatura e umidade controlada) por 30 dias. Após este período simulando uma condição de armazenamento de sementes já tratadas, o experimento foi instalado e as avaliações foram realizadas. O tratamento de sementes somente com o ácido giberélico (GA_3) foi realizado manualmente com o auxílio de sacos plásticos, onde foi colocado no seu interior

a calda pronta de 4 ml, posteriormente, espalhado em $\frac{3}{4}$ da sua parte interna e depositado as 250 gramas de sementes. Após, foi insuflado ar e agitou-se o saco plástico por 1 minuto para a distribuição homogênea do produto nas sementes, em seguida, foi adicionado um polímero e novamente agitadas por 1 minuto. Após esse período, as sementes foram postas em sacos de papel devidamente identificados e deixadas descansando em temperatura ambiente por 24 horas.

As sementes dos distintos tratamentos foram avaliadas quanto a primeira contagem de germinação, teste de germinação, comprimento de plântulas (comprimento de parte aérea e de raiz) e massa seca de plântulas (massa seca de raiz e massa seca parte aérea), como descrito a seguir:

Primeira contagem de germinação (PCG): a primeira contagem de germinação foi realizada em conjunto com o teste de germinação, no quinto dia, quando foram retiradas do substrato as plântulas que já estavam germinadas e classificadas como normais.

Teste de germinação (G): foi realizado segundo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), empregando 200 sementes divididas em quatro sub amostras de 50 sementes, dispostas em rolo de papel “germitest” umedecido com água destilada na proporção de 2,0 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados em germinador a 25 °C. A primeira e segunda contagem foram realizadas aos cinco e quatorze dias após instalação do teste, contabilizando a percentagem de plântulas normais e anormais e sementes mortas.

Comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR) das plântulas: a avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz foram realizadas em quatro sub amostras de 15 sementes para cada tratamento. A germinação das sementes foi obtida em substrato rolo de papel (“germitest”). Após a confecção dos rolos, os mesmos foram colocados em germinador regulado à temperatura constante de 25 °C (NAKAGAWA, 1999). Foram avaliados o comprimento da parte aérea e da raiz de 10 plântulas normais aos 7 dias, sendo os resultados expressos como comprimento médio (em cm) da parte aérea, da parte raiz e comprimento total de plântulas.

Massa da parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) das plântulas: Após a mensuração do crescimento das plântulas de arroz e do índice de área foliar, esses materiais foram utilizados para avaliação da massa de matéria seca. Para esta determinação, as amostras foram secas em estufa de ar forçado a 65°C durante 72 horas, momento em que considerou ter atingido massa constante. A massa obtida em cada repetição, dividido pelo número de plântulas normais, resultou na massa média por plântula (em mg).

Os dados obtidos nas avaliações foram organizados em planilhas do Microsoft Office Excel (2016) e avaliados de acordo com o teste de Bartlett para homogeneidade de variâncias e teste de Shapiro-Wilk (1965) para testar os resíduos quanto a normalidade e os dados que não passaram pelo teste do resíduo foram transformados através da fórmula $\sqrt{y}$. Após, os dados obtidos para cada variável analisada foram submetidos à análise de variância. Confirmadas diferenças significativas pelo teste F, no caso de efeito significativo para a interação entre os fatores foram realizados os devidos desdobramentos, e do contrário avaliado apenas o efeito isolado dos fatores principais. As médias dos resultados foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro utilizando-se o programa estatístico R, na extensão Rbio. Foram realizadas análises de regressão polinomial para os efeitos da concentração de GA₃ (curva de dose-resposta produto) e posteriormente a realização de gráficos com auxílio do software SigmaPlot 12.5.

Resultados e discussão

Analisando o resumo da análise de variância (Tabela 1) é possível identificar que não houve interação significativa entre condição x doses para nenhuma das variáveis analisadas. Através do valor do quadrado médio é possível identificar que a fonte de variação condição apresentou maior influência nos resultados fisiológicos. Mariucci et al., (2018) analisando isoladamente e sob diferentes combinações de fungicida (Fludioxonil + Metalaxil), inseticida (Tiametoxam), inoculante (*Azospirillum brasilense*), fertilizante líquido e o bioregulador (cinetina, ácido giberélico e 4-indol ácido 3-butírico) no tratamento de sementes de milho, concluiu que esses tratamentos não interferiram na germinação das sementes por até 45 dias de armazenamento. Houve diferença significativa em todas as cultivares para a variável primeira contagem de germinação (PCG) sob a variação condição, mostrando que a condição de sementes tratadas somente com ácido giberélico, sementes tratadas com ácido giberélico juntamente com fungicida e inseticida e com ou sem armazenamento possibilitou que ocorresse a remobilização massiva de reservas no processo germinativo, fornecendo nutrientes para que a plântula cresça até que se torne autotrófica (TAIZ & ZEIGER, 2013), embora que durante o teste de germinação, as plântulas ainda sejam dependentes das reservas da semente. Resultado semelhante encontrado por Aragão et al., (2001) que observou maior número de plântulas emergidas na primeira contagem em milho super doce.

Houve diferença significativa para o número de sementes mortas dos lotes das quatro cultivares. O número de sementes anormais apresentou diferenças significativas exceto para BRS Pampa na fonte de variação de condição (i) sementes tratadas somente com ácido giberélico; ii) sementes tratadas com ácido giberélico com a adição de fungicida e inseticida; iii) sementes tratadas com ácido giberélico com a adição de fungicida e inseticida e armazenadas por um período de 30 dias) (Tabela 1). Quando são analisadas as doses do ácido giberélico, é possível observar que o regulador vegetal não ocasionou a anormalidade das plântulas de arroz irrigado das cultivares analisadas. O resultado final da germinação aos 14 dias de análise, foi significativo para as cultivares IRGA 431 CL e BRS Pampa somente para a fonte de variação condição.

Foi possível observar que para as variáveis PCG e Germinação o coeficiente de variação (CV) se manteve baixo para todas as cultivares, entretanto, as variáveis de sementes mortas e anormais apresentaram um mediano coeficiente de variação.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para dados de qualidade fisiológicas dos lotes de sementes de arroz das cultivares IRGA 424 RI, IRGA 431 CL, Guri INTA CL e BRS Pampa, Pelotas, 2021

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio - IRGA 424 RI			
		PCG	Mortas	Anormais	Germinação
Condição	2	39,22*	32,15*	18,2*	7,27
Dose	4	14,73	1,04	1,31	2,14
Condição x Dose	8	8,93	2,32	0,60	2,89
Resíduo	45	7,22	2,41	1,41	4,06
Total	59	-	-	-	-
CV (%)	-	3,06	26,97	44,74	2,18
Fonte de Variação	GL	Quadrado médio - IRGA 431 CL			
		PCG	Mortas	Anormais	Germinação
Condição	2	250,2*	8,75*	33,22*	67,32*
Dose	4	74,77*	2,89	2,44	1,52
Condição x Dose	8	13,62	1,17	1,4	2,94
Resíduo	45	8,52	1,89	1,54	3,77
Total	59	-	-	-	-
CV (%)	-	3,44	28,38	39,66	2,09
Fonte de Variação	GL	Quadrado médio - GURI INTA CL			
		PCG	Mortas	Anormais	Germinação
Condição	2	111,68*	19,16*	43,96*	5,45
Dose	4	10,56	2,79	2,75	4,48
Condição x Dose	8	13,19	1,58	1,88	2,57
Resíduo	45	7,52	1,27	3,08	4,48
Total	59	-	-	-	-
CV (%)	-	3,12	58,68	31,6	2,29
Fonte de Variação	GL	Quadrado médio - BRS PAMPA			
		PCG	Mortas	Anormais	Germinação
Condição	2	185,55*	9,22*	2,09	21,52*
Dose	4	78,19*	5,57	0,26	1,61
Condição x Dose	8	8,96	3,15	0,51	2,43
Resíduo	45	7,19	2,18	0,23	3,47
Total	59	-	-	-	-
CV (%)	-	3,34	34,5	41,53	1,97

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; PCG = Primeira contagem de germinação; Condição: Manejos realizados com as sementes tratadas; Dose: Doses de GA₃ utilizadas no tratamento de semente.

Ainda na Tabela 1, quando avaliado a fonte de variação dose, é possível observar que as cultivares IRGA 431 CL e BRS Pampa foram as únicas que apresentaram diferenças significativas nas médias da primeira contagem para as diferentes concentrações de ácido giberélico no tratamento das sementes,

resposta também encontrada por Guadagnin et al., (2017) que concluiu que as cultivares de arroz apresentam diferentes sensibilidades em relação as concentrações de giberelinas aplicadas via tratamento de semente.

A distinção das condições de tratamento das sementes (I) ácido giberélico, II) ácido giberélico + fungicida e inseticida e III) ácido giberélico + fungicida e inseticida + armazenadas por 30 dias é possível interpretar na Figura 1, onde são exibidas as variáveis que apresentaram significância nas quatro cultivares. Analisando individualmente as cultivares, é notório que cada uma apresentou comportamento peculiar. A utilização do ácido giberélico isolado do tratamento químico apresentou maior porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem (PCG) (aos 7 dias) para a cultivar IRGA 424 RI (Figura 1A). Entretanto, a associação do ác. Giberélico com o tratamento químico foi similar para as condições com e sem armazenamento. Uma hipótese é de que o fungicida e inseticida do tratamento de sementes pode ter inibido a reação do ácido giberélico, diminuindo assim, o arranque inicial da germinação das sementes, pois na análise de germinação aos 14 dias, não houve diferença significativa entre as condições. A porcentagem de sementes mortas foi maior quando combinado o AG₃ ao tratamento químico, independente do armazenamento, o que sugere ter ocorrido alguma reação fitotóxica nas sementes. A condição de ácido giberélico + fungicida e inseticida + armazenadas por 30 dias proporcionou uma menor porcentagem de plântulas anormais.

Situação similar ocorreu com a cultivar IRGA 431 CL na variável primeira contagem de germinação (Figura 1B), a qual apresentou maior porcentagem de sementes germinadas com a utilização isolada do ácido giberélico. Contudo, o resultado de germinação aos 14 dias se modificou, sendo que a condição ácido giberélico que havia obtido maior valor de sementes germinadas na primeira contagem, passou para o segundo maior número de plântulas no teste de germinação. A condição com ácido giberélico + fungicida e inseticida, o qual as sementes foram tratadas e semeadas após 24 horas apresentou maior número de sementes germinadas e, a condição ácido giberélico + fungicida e inseticida + armazenamento apresentou a pior média de sementes germinadas, fenômeno que se repetiu também para as variáveis sementes mortas e plântulas anormais,

no qual essa condição obteve juntamente com a aplicação isolada do ácido giberélico os piores desempenhos.

O uso dos produtos químicos metalaxyl + tiabendazol + fludioxonil (fungicida), tiametoxame (inseticida) e suas combinações, afetou negativamente a qualidade fisiológica de sementes de soja. Sementes tratadas somente com metalaxil + tiabendazol + fludioxonil (fungicida) ortiametoxame (inseticida), pode ser armazenado por 60 dias para fins comerciais. Os efeitos dos produtos químicos e a qualidade fisiológica do sementes de soja são reduzidas ao longo do armazenamento, e independentemente do material genético cultivado, a combinação de doses de produtos químicos causa maior dano fisiológico às sementes de soja (SILVA et al., 2018.)

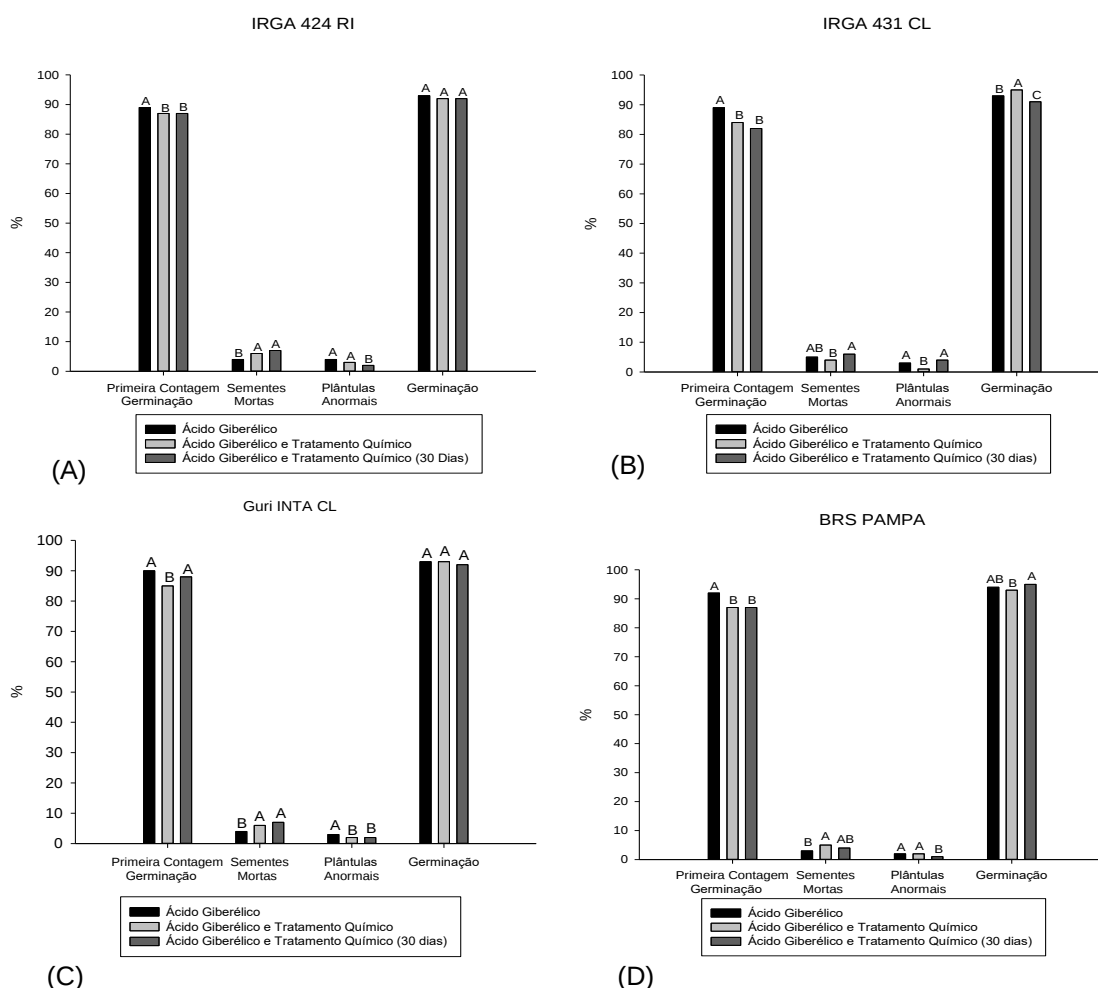


Figura 2. Qualidade fisiológica dos lotes de sementes das cultivares IRGA 424 RI (A), IRGA 431 CL (B), Guri INTA CL (C) e BRS Pampa (D) nas distintas condições de tratamentos. Pelotas, 2021. Barras com mesma letra, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O produto Standak Top (fipronil, piraclostrobina e tiofanato metílico) tem efeito negativo na qualidade das sementes de soja avaliadas e armazenadas por

dois meses (FERREIRA et al., 2016.). O tratamento de sementes com qualquer mistura testada por Da Silva Almeida et al., (2014) contribuiu para que a redução de vigor das sementes causada pelo armazenamento seja mais lenta quando comparada com sementes sem tratamento.

Para a variável PCG do lote das sementes da cultivar Guri INTA CL, a condição do ácido giberélico + fungicida e inseticida foi a que apresentou o menor número de plântulas germinadas, podendo assim, o fungicida e inseticida ter retardado o processo germinativo das sementes, pois não se obteve médias diferentes na germinação final de sementes para as distintas condições. Da Motta Xavier et al., (2021) observaram que sementes de arroz tratadas e armazenadas por 30 dias, expressaram melhor desempenho na PCG em relação a sementes não tratadas. Possível observar que, o número de sementes mortas apresentou resultado semelhante a cultivar IRGA 424 RI, a qual apresentou mais sementes mortas para as condições ácido giberélico + fungicida e inseticida e ácido giberélico + fungicida e inseticida + armazenamento. Para a variável plântulas anormais, foi observado comportamento oposto da variável sementes mortas, um maior número de plântulas anormais em sementes tratadas somente com o regulador de crescimento (GA_3) (Figura 2C). Diferentes tratamentos de sementes afetam as características fisiológicas das sementes e de plântulas de soja após a emergência, sendo todos os valores superiores às sementes não tratadas (Controle) (FERRAZZA et al., 2020).

O lote de sementes da cultivar BRS Pampa também apresentou diferentes médias para a primeira contagem de germinação, as sementes tratadas somente com o ácido giberélico apresentaram a maior porcentagem de sementes germinadas (Figura 2D). Para as demais variáveis, foi observado que a condição do ácido giberélico + fungicida e inseticida sem armazenamento adicional, acarretaram em um maior número de sementes mortas e plântulas anormais, juntamente para a condição ácido giberélico + fungicida e inseticida + armazenamento e na aplicação isolada de ácido giberélico, respectivamente.

Por se tratar de lotes de sementes de quatro cultivares diferentes não é possível afirmar que esse comportamento possa refletir fielmente sempre que repetir esta análise de germinação, pois, a qualidade fisiológica das sementes depende muito das condições de campo, onde fatores bióticos e abióticos

influenciam diretamente na germinação e vigor das sementes (FRANÇA NETO, 2016).

A cultivar IRGA 431 CL apresentou diferença significativa das médias da primeira contagem de germinação (PCG) para a fonte de variação dose, estimando assim, 565 mg de ácido giberélico a dose que proporcionou a maior quantidade de plântulas emergidas na primeira contagem do teste de germinação (Figura 3).

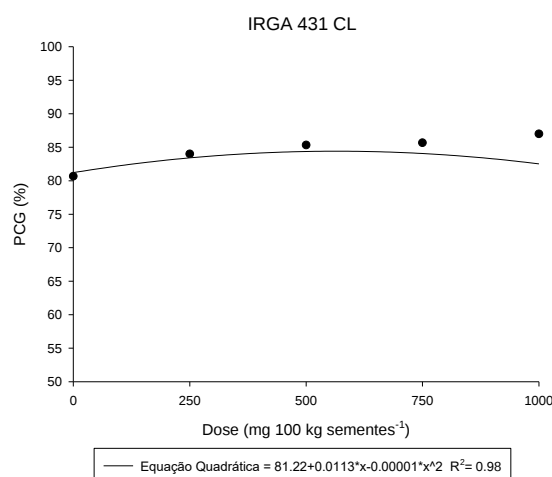


Figura 3. Equação de regressão da variável primeira contagem de germinação da cultivar IRGA 431 CL. Pelotas, 2021.

A cultivar BRS Pampa apresentou significância para a fonte de variação interação da condição e dose do produto, podendo assim, comparar o comportamento através das equações de segundo grau. A condição de ácido giberélico + fungicida e inseticida apresentou uma redução da PCG nas doses intermediárias de GA₃ e a condição ácido giberélico + fungicida e inseticida + armazenamento apresentou aumento do número de sementes germinadas conforme o aumento da dose de ácido giberélico utilizada.

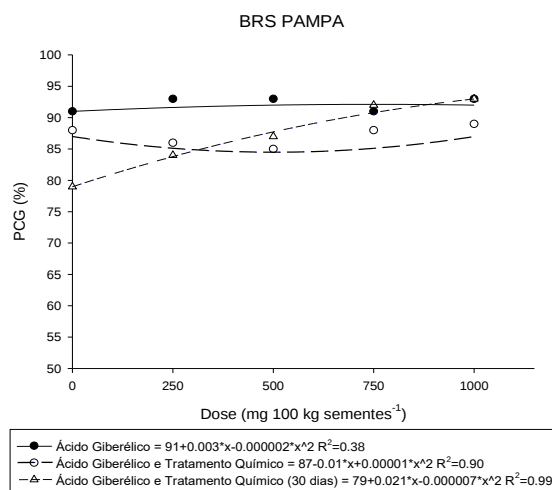


Figura 4. Equação de regressão da interação condição e doses da variável primeira contagem de germinação da cultivar BRS Pampa. Pelotas, 2021.

No resumo da análise de variância (Tabela 2), é possível observar que as cultivares IRGA 424 RI e GURI INTA CL obtiveram diferença significativa para as três variáveis analisadas [comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da parte radicular (CPR) e comprimento total (CT)] na fonte de variação condição, dose e também na interação entre os dois (condição x dose), mostrando que as médias de um fator variaram de forma significativa nos níveis do outro fator experimental, fato explicado em dados da literatura que consta o efeito do regulador vegetal na germinação que se mostrou efetivo na superação de dormência de sementes quanto na rapidez da velocidade de germinação em trigo (TONIN, 2016), além de proporcionar um maior crescimento das plantas (ARRUDA SOUZA et al., 2010).

Tabela 2. Resumo da análise de variância do comprimento da parte aérea, parte radicular e do total das plântulas de arroz em três condições e cinco doses de ácido giberélico dos lotes de sementes das cultivares IRGA 424 RI, IRGA 431, GURI INTA CL e BRS Pampa. Pelotas, 2021.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio - IRGA 424 RI		
		CPA	CPR	CT
		(cm plântula ⁻¹)		
Condição	2	6,4732*	82,109*	131,749*
Dose	4	24,5314*	30,734*	109,111*
Condição x Dose	8	1,5800*	17,739*	27,760*
Resíduo	45	0,6663	2,123	4,206
Total	59	-	-	-
CV (%)	-	13,67	11,52	11,02
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio - IRGA 431 CL		
		CPA	CPR	CT
		(cm plântula ⁻¹)		
Condição	2	0,0167	164,563*	163,473*
Dose	4	11,6082*	6,648*	33,345*
Condição x Dose	8	0,876	2,859	5,529
Resíduo	45	0,5359	2,486	3,318
Total	59	-	-	-
CV (%)	-	14,6	16,85	12,69
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio - GURI INTA CL		
		CPA	CPR	CT
		(cm plântula ⁻¹)		
Condição	2	9,8205*	268,469*	365,86*
Dose	4	29,4736*	11,451*	75,49*
Condição x Dose	8	2,2082*	10,701*	20,87*
Resíduo	45	0,923	2,113	4,56
Total	59	-	-	-
CV (%)	-	14,3	14,31	12,66
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio - BRS PAMPA		
		CPA	CPR	CT
		(cm plântula ⁻¹)		
Condição	2	4,6802*	46,592	67,152
Dose	4	12,6857*	9,957*	44,362*
Condição x Dose	8	3,5020*	16,696*	34,508*
Resíduo	45	0,4347	1,698	2,975
Total	59	-	-	-
CV (%)	-	10,86	11,54	9,93

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; CPA = Comprimento da parte aérea; CPR= Comprimento da parte radicular; CT= Comprimento Total. Condição: Manejos realizados com as sementes tratadas; Dose: Doses de GA₃ utilizadas no tratamento de semente.

A tabela do teste de médias (Tabela 3), apresenta as médias de cada condição sob as diferentes médias, podendo assim, saber qual dose se mostrou superioridade no comprimento de plântula, tanto para a parte aérea, quanto

radicular e do comprimento total. Analisando as cultivares isoladamente, é possível perceber que a cultivar IRGA 424 RI sob o tratamento da dose de 750mg foi a única que apresentou melhores resultados em todas as condições sob as três variáveis. Quando analisado o tratamento da dose 0 mg, foi possível analisar que a condição GA₃ apresentou médias de comprimento 2, 4 e 3 vezes menores (parte aérea, parte radicular e total), em relação as condições que houveram a adição do fungicida e inseticida (GA₃ + PQ e GA₃ + PQ + 30D).

As variáveis comprimento da parte radicular e comprimento total, apresentaram menores comprimento sem a utilização do ácido giberélico na condição GA₃ e conforme foi aumentando a dose (250, 500 e 750mg) ocorreu um incremento no comprimento dessas duas variáveis, entretanto, quando utilizado a maior dose (1000mg) houve redução do comprimento, podendo ser resultante pelo excesso da concentração do produto que pode ter inibido o crescimento.

O teste de médias da cultivar Guri INTA CL apresentou uma maior variação de resultados para as variáveis comprimento da parte radicular e comprimento total na dose de 250mg. A condição de ácido giberélico + tratamento químico (GA₃ + TQ) apresentou as menores médias. Analisando de modo geral essa cultivar, é possível identificar que independente da dose utilizada, essa condição (GA₃ + TQ) obteve menores comprimentos da parte radicular e total, podendo levantar a hipótese de que o tratamento das sementes e logo realizar a semeadura pode ter ocasionado algum efeito negativo para o crescimento da raiz para a cultivar Guri INTA CL. A condição na qual as sementes foram armazenadas (GA₃ + TQ + 30D) apresentou melhores médias de crescimento em todas as doses utilizadas para as três variáveis analisadas.

A cultivar BRS Pampa apresentou um menor comprimento nas três variáveis para a condição GA₃, mostrando que a utilização do fungicida e inseticida não influencia negativamente para o crescimento da plântula. Quando analisando as condições, possível observar que independente da dose utilizada, a condição ácido giberélico + tratamento químico + armazenamento (GA₃ + TQ + 30D) obtiveram plântulas maiores nas três variáveis e na condição GA₃ a utilização da dose menor (250mg) favoreceu uma elevação do crescimento.

Não houve diferença significativa para as diferentes doses utilizadas no estudo para a cultivar IRGA 431 CL para as variáveis de comprimento. Para essa cultivar, foi possível observar que as plântulas mostraram um maior crescimento na condição GA₃ + TQ + 30D. Para a variável CPA, independente da condição, o comprimento de plântulas não diferenciou. Já para o CPR, nota-se um pior resultado na redução do tamanho quando as sementes foram tratadas e semeadas após 24 horas. Resultado oposto encontrado por Menten (1996) que concluiu que o armazenamento de sementes tratadas pode acarretar efeito fitotóxico do produto sobre a semente diminuindo a sua qualidade, nesse estudo as plântulas apresentaram menor vigor (comprimento) quando semeadas após o tratamento.

Os tratamentos de sementes de soja com bioestimulante composto por micronutrientes, extrato de algas com macronutrientes, micronutrientes e aminoácidos e composto mineral com macro e micronutrientes, nas doses recomendadas, não interferiram na emergência e no desenvolvimento da parte aérea, mas incrementaram desenvolvimento do sistema radicular das plântulas (FREZATO et al., 2021). Produtos contendo ácido giberélico na sua composição favoreceram para a produção de massa seca da parte aérea e radicular em plântulas de soja (RAMPIM et al., 2012). As sementes tratadas com os produtos combinados de Imidacloprido + Tiodicarbe e Carbendazim + Thiram reduzem o potencial fisiológico das sementes ao longo do período de armazenamento (LEMES et al., 2019).

O armazenamento das sementes de soja por 180 dias tratadas com inseticidas fipronil e tiametoxam influenciou negativamente o comprimento de raízes das plântulas (PICCININ et al., 2013). Cunha et al., (2015) analisando diferentes tratamentos químicos em sementes de soja em três períodos de armazenamento (15, 30 e 45 dias), observou uma reduzida altura de plantas no período de 45 dias de armazenamento das sementes tratadas em relação as sementes não tratadas com fipronil + tiofanatometílico + piraclostrobina.

Tabela 3. Teste de médias de comprimento da parte aérea, parte radicular e do total das plântulas de arroz em três condições e cinco doses de ácido giberélico de lotes de sementes das cultivares IRGA 424 RI, GURI INTA CL, BRS PAMPA e IRGA 431 CL. Pelotas, 2021.

Cultivar	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)				
		0	250	500	750	1000
IRGA 424 RI	Comprimento Parte Aérea (cm plântula ⁻¹)					
	GA ₃	2,0 B	5,8 AB	5,9 A	6,5 A	7,0 A
	GA ₃ + TQ	4,4 A	5,3 B	5,6 A	6,4 A	7,7 A
	GA ₃ + TQ + 30D	4,6 A	6,8 A	6,6 A	7,1 A	7,8 A
	Comprimento Parte Radicular (cm plântula ⁻¹)					
	GA ₃	3,4 B	11,8 A	11,5 B	12,5 A	12,8 B
	GA ₃ + TQ	12,6 A	13,8 A	13,3 AB	12,3 A	13,8 AB
	GA ₃ + TQ + 30D	13,6 A	14,1 A	14,2 A	14,2 A	15,7 A
	Comprimento Total (cm plântula ⁻¹)					
	GA ₃	5,4 B	17,6 A	17,5 A	19,0 A	19,8 B
	GA ₃ + TQ	17,0 A	19,0 A	18,9 A	18,7 A	21,5 A
	GA ₃ + TQ + 30D	18,2 A	20,9 A	20,7 A	21,3 A	23,5 A
GURI INTA CL	Comprimento Parte Aérea (cm plântula ⁻¹)					
	GA ₃	3,0 B	5,3 B	7,2 AB	8,3 A	8,4 A
	GA ₃ + TQ	4,5 AB	6,0 AB	6,5 B	6,4 B	7,7 A
	GA ₃ + TQ + 30D	5,2 A	7,4 A	8,4 A	8,3 A	8,4 A
	Comprimento Parte Radicular (cm plântula ⁻¹)					
	GA ₃	6,3 A	10,3 B	12,2 A	12,0 A	12,9 A
	GA ₃ + TQ	6,8 B	5,6 C	5,6 B	5,6 B	7,6 B
	GA ₃ + TQ + 30D	12,9 A	14,2 A	13,8 A	13,1 A	13,6 A
	Comprimento Total (cm plântula ⁻¹)					
	GA ₃	9,3 B	15,6 B	19,4 A	20,3 A	21,3 A
	GA ₃ + TQ	11,3 B	11,6 c	12,1 B	11,9 B	15,3 B
	GA ₃ + TQ + 30D	18,1 A	21,6 A	22,1 A	21,4 A	22,0 A
BRS PAMPA	Comprimento Parte Aérea (cm plântula ⁻¹)					
	GA ₃	2,9 B	7,4 A	7,2 A	6,8 A	7,2 A
	GA ₃ + TQ	4,4 A	4,9 B	5,5 B	6,9 A	5,8 B
	GA ₃ + TQ + 30D	5,5 A	6,8 A	6,2 AB	7,0 A	6,5 AB
	Comprimento Parte Radicular (cm plântula ⁻¹)					
	GA ₃	5,0 C	12,1 A	12,4 A	11,3 A	10,9 A
	GA ₃ + TQ	10,8 B	9,4 B	9,4 B	11,4 A	11,6 A
	GA ₃ + TQ + 30D	13,4 A	14,2 A	12,2 A	12,9 A	12,6 A
	Comprimento Total (cm plântula ⁻¹)					
	GA ₃	7,9 C	19,5 A	19,6 A	18,1 A	18,1 A
	GA ₃ + TQ	15,2 B	14,3 B	14,9 B	18,3 A	17,4 A
	GA ₃ + TQ + 30D	18,9 A	21,0 A	18,4 A	19,9 A	19,1 A
IRGA 431 CL	Condição		CPA	CPR	CT	
			(cm plântula ⁻¹)			
	GA ₃		4,9 A	9,9 B	14,8 B	
	GA ₃ + TQ		5,0 A	6,3 C	11,3 C	
	GA ₃ + TQ + 30D		5,0 A	11,9 A	16,9 A	

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, em cada cultivar não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. GA₃= Ácido Giberélico; TQ= Tratamento Químico; 30D= Sementes tratadas e armazenadas por 30 dias

O desdobramento dos testes de médias foi realizado através de equações de regressão para cada variável analisada. Foi possível observar que a utilização da menor dose do regulador de crescimento (250mg) (Figura 5) favoreceu para o crescimento expressivo das plântulas na condição ácido giberélico. Já para as demais condições, isto também aconteceu, mas em menor proporção.

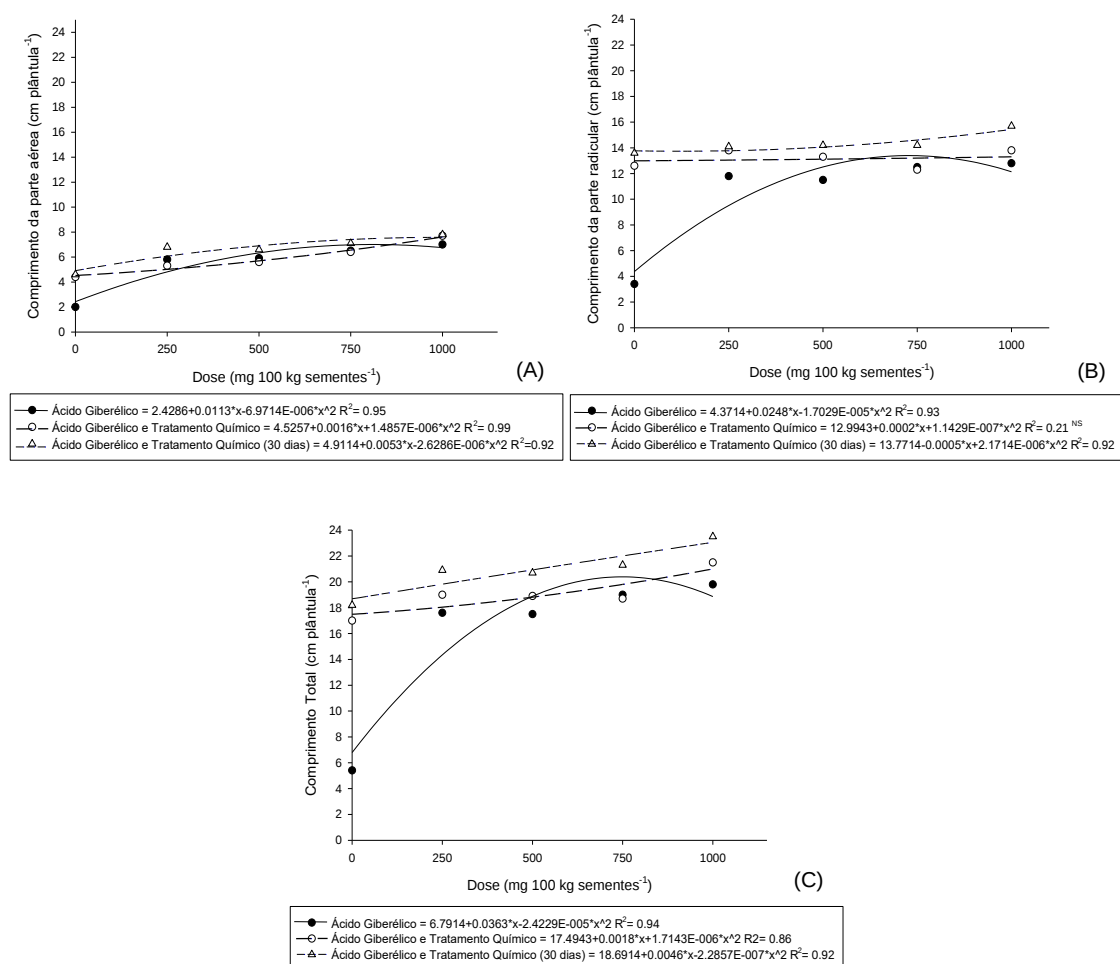


Figura 5. Comprimento da parte aérea (A), radicular (B) e total (C) de plântulas de arroz da cultivar IRGA 424 RI analisadas em três condições sob diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

Através dos gráficos é possível observar que a linha de tendência da condição ácido giberélico apresentou o pico de crescimento para as três variáveis (CPA, CPR e CT) entre as doses de 500 e 750mg, após disso houve uma tendência de não haver novos incrementos para esta variável.

A resposta de crescimento radicular e crescimento total sob as diferentes doses nas condições ácido giberélico + tratamento químico (Figura 6) para a

cultivar Guri INTA CL foi diferente para as demais cultivares estudadas. É possível analisar que houve um decréscimo no crescimento radicular das plântulas conforme aumentava a concentração do regulador de crescimento, formando assim, uma parábola concava virada para cima. Notório que a maior dose de ácido giberélico (1000mg) proporcionou um maior crescimento.

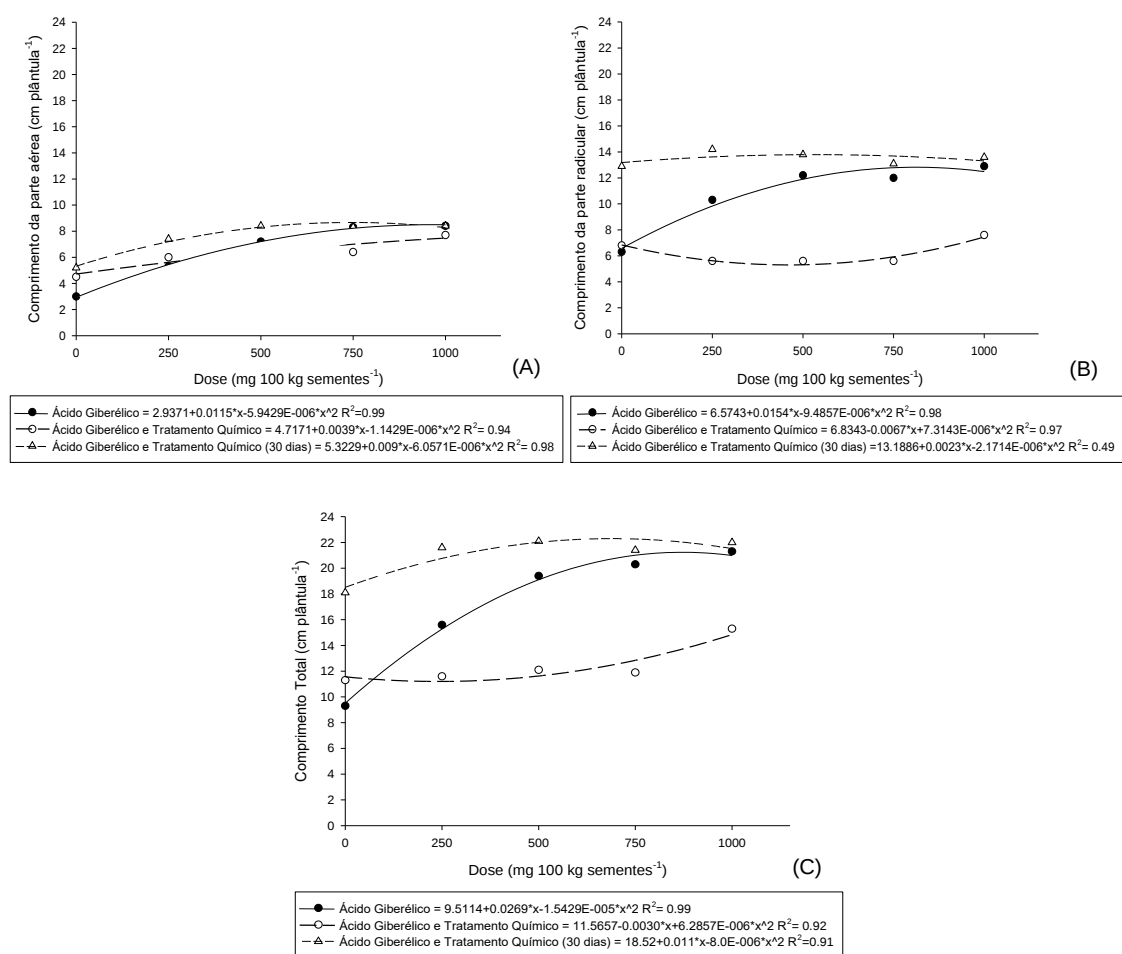


Figura 6. Comprimento da parte aérea (A), radicular (B) e total (C) de plântulas de arroz da cultivar Guri INTA CL analisadas em três condições sob diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

Assim como para a cultivar IRGA 424 RI, a cultivar BRS Pampa (Figura 7), também apresentou o pico de crescimento para as três variáveis (CPA, CPR e CT) entre as doses de 500 e 750mg. A condição ácido giberélico + tratamento químico + armazenamento obtiveram uma menor variação de comprimento para

as três variáveis analisadas. Entretanto, as equações de regressão para essa condição (AG₃ + TQ+ 30D) obtiveram menores valores de R².

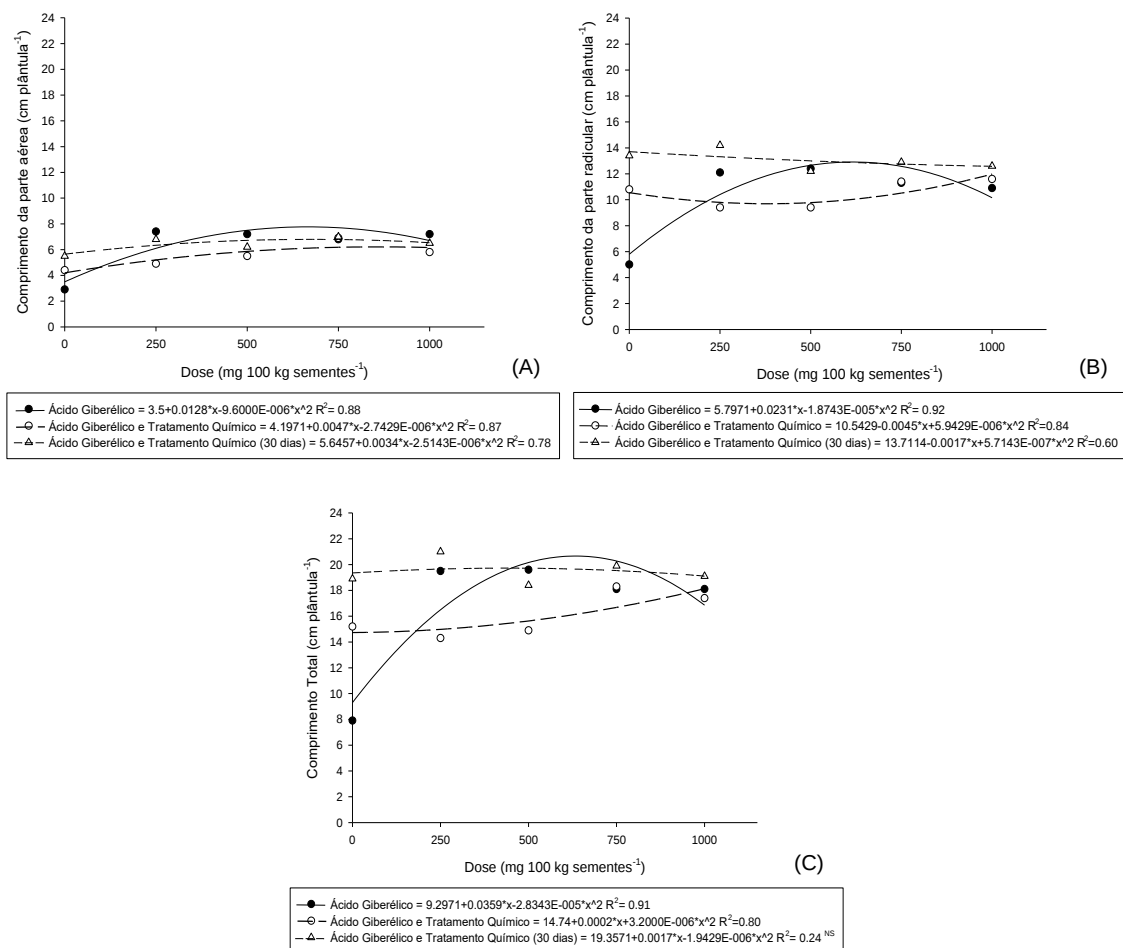


Figura 7. Comprimento da parte aérea (A), radicular (B) e total (C) de plântulas de arroz da cultivar BRS Pampa analisadas em três condições sob diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

As diferentes condições nas quais as sementes foram submetidas para a cultivar IRGA 431 CL, não influenciaram para o crescimento das plântulas. Somente as diferentes concentrações do ácido giberélico que proporcionaram para o crescimento da parte aérea, radicular e total das plântulas (Figura 8). O ácido giberélico favoreceu mais o crescimento radicular das plântulas da cultivar IRGA 431 CL

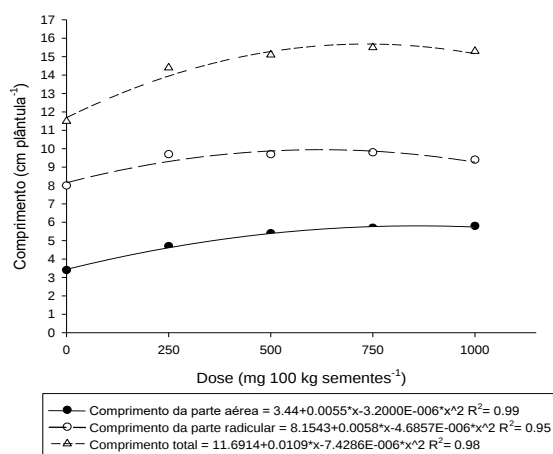


Figura 8. Comprimento da parte aérea, radicular e total de plântulas de arroz da cultivar IRGA 431 CL sob diferentes doses de ácido giberélico Pelotas, 2021.

Através do resumo da análise de variação (tabela 4), é possível observar que a cultivar IRGA 424 RI apresentou diferença significativa para a variável MSPA para as diferentes doses e na interação condição x dose, para a variável MSPR houve significância tanto para a condição, quanto para a dose e para a interação condição x dose, já para a variável MST, somente houve diferença para a massa seca total das plântulas.

Analisando a cultivar IRGA 431 CL, para as variáveis MSPA e MST foi significativo para a fonte de variação dose, enquanto que para a variável MSPR respondeu significativamente para as médias nas diferentes condições que foram submetidas o tratamento de sementes.

Tabela 4. Resumo da análise de variância da massa seca da parte aérea, parte radicular e total das plântulas em três condições e cinco doses de ácido giberélico de lotes de sementes das cultivares IRGA 424 RI, IRGA 431 CL, BRS Pampa, Guri INTA CL. Pelotas, 2021.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio - IRGA 424 RI		
		MSPA	MSPR	MST
		(mg plântula ⁻¹)		
Condição	2	0,0792	1,99893*	2,8526*
Dose	4	3,10716*	0,61837*	6,4168
Condição x Dose	8	0,7718*	0,35767*	2,0944
Resíduo	45	0,0839	0,0447	0,1985
Total	59	-	-	-
CV (%)	-	9,76	10,42	8,92
Fonte de variação	GL	Quadrado médio - IRGA 431 CL		
		MSPA	MSR	MST
		(mg plântula ⁻¹)		
Condição	2	0,2121	0,49238*	0,2475
Dose	4	2,12501*	0,0756	2,98907*
Condição x Dose	8	0,134	0,1055	0,3712
Resíduo	45	0,1067	0,5592	0,2288
Total	59	-	-	-
CV (%)	-	13,22	15,37	11,93
Fonte de variação	GL	Quadrado médio - BRS PAMPA		
		MSPA	MSPR	MST
		(mg plântula ⁻¹)		
Condição	2	2,2253*	6,9411*	15,741*
Dose	4	3,3633*	0,3074*	5,2452*
Condição x Dose	8	0,6069*	0,6822*	2,3698*
Resíduo	45	0,06	0,0527	0,183
Total	59	-	-	-
CV (%)	-	8,47	11,47	8,74
Fonte de variação	GL	Quadrado médio - GURI INTA CL		
		MSPA	MSPR	MST
		(mg plântula ⁻¹)		
Condição	2	1,11140*	0,0322	1,3489
Dose	4	0,91129*	0,46924*	2,5062
Condição x Dose	8	0,94694*	0,44712*	2,5114
Resíduo	45	0,0481	0,0229	0,0973
Total	59	-	-	-
CV (%)	-	8,42	7,82	6,87

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; MSPA = Massa seca da parte aérea; MSR= Massa seca parte radicular; MST= Massa seca total. Condição: Manejos realizados com as sementes tratadas; Dose: Doses de GA₃ utilizadas no tratamento de semente.

A cultivar BRS Pampa foi a única cultivar analisada que apresentou significância para as diferentes médias dos tratamentos analisados para as

variáveis estudadas, massa seca da parte aérea, massa seca da parte radicular e massa seca total de plântula. Já a cultivar Guri INTA CL apresentou diferença significativa para as médias de condição, dose e a interação dos dois para a variável MSPA. Para a variável massa seca da parte radicular houve significância para a fonte de variação dose e para a interação condição x dose.

A tabela do teste de médias (tabela 5) apresentou para a cultivar IRGA 424 RI maiores médias de massa seca, tanto da parte aérea quanto radicular e total na dose de 750mg. Analisando somente a condição GA_3 , possível perceber que a menor dose (250mg) já foi eficiente para proporcionar um maior acúmulo de matéria seca da parte aérea, entretanto, para as variáveis MSPR e MST, ocorreu com a dose de 500mg.

Para a cultivar BRS Pampa foi possível observar uma menor massa seca para as variáveis MSPA, MSPR e MT na condição GA_3 + TQ, quando as sementes foram tratadas e semeadas após 24 horas. Independente da dose utilizada, é possível observar que a condição GA_3 + TQ + 30D proporcionou uma elevada massa seca sob as três variáveis.

Quando analisado a cultivar Guri INTA CL foi notório a observação sobre a dose 0mg que apresentou uma menor massa seca da parte aérea, radicular e total na condição GA_3 , o tratamento das sementes junto com o tratamento químico não interferiu na produção de biomassa da plântula. Mas quando comparado as outras doses do produto foi possível verificar que a condição GA_3 + TQ proporcionou menores produção de matéria seca.

O tratamento de sementes de soja com fipronil + tiofanatometílico + piraclostrobina apresentaram massa seca da parte aérea e da parte radicular inferiores do que as sementes sem tratamento analisadas em três períodos de armazenamento (CUNHA et al., 2015).

A cultivar IRGA 431 CL não apresentou diferença significativa para as diferentes doses utilizadas, somente houve diferença na variável MSPR, na qual apresentou uma menor produção de massa seca quando as sementes foram tratadas e semeadas após 24 horas (GA_3 + TQ).

Tabela 5. Teste de médias da massa seca da parte aérea, parte radicular e total das plântulas em três condições e cinco doses de ácido giberélico de lote de sementes do cultivar IRGA 424 RI. Pelotas, 2021.

Cultivar	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)				
		0	250	500	750	1000
IRGA 424 RI	Massa Seca da Parte Aérea (mg planta ⁻¹)					
	GA ₃	1,1 B	3,1 A	3,4 A	3,4 A	3,5 A
	GA ₃ + TQ	2,5 A	2,9 A	3,0 AB	2,9 A	3,5 A
	GA ₃ + TQ + 30D	2,6 A	3,3 A	2,9 B	3,1 A	3,2 A
	Massa Seca da Parte Radicular (mg planta ⁻¹)					
	GA ₃	0,8 B	1,8 B	1,9 A	2,0 A	1,8 B
	GA ₃ + TQ	2,2 A	2,3 A	2,0 A	1,9 A	2,5 A
	GA ₃ + TQ + 30D	2,0 A	2,5 A	2,2 A	2,2 A	2,4 A
	Massa Seca Total (mg planta ⁻¹)					
	GA ₃	1,9 B	4,9 B	5,3 A	5,4 A	5,3 A
GA ₃ + TQ	4,7 A	5,2 AB	5,0 A	4,8 A	6,0 A	
GA ₃ + TQ + 30D	4,6 A	5,8 A	5,1 A	5,3 A	5,6 A	
BRS PAMPA	Massa Seca da Parte Aérea (mg planta ⁻¹)					
	GA ₃	1,5 C	2,8 AB	3,6 A	3,7 A	3,6 A
	GA ₃ + TQ	2,0 B	2,5 B	2,6 B	2,5 C	2,9 B
	GA ₃ + TQ + 30D	2,5 A	3,0 A	3,3 A	3,2 B	3,5 A
	Massa Seca da Parte Radicular (mg planta ⁻¹)					
	GA ₃	1,1 C	2,0 B	2,2 A	2,2 B	2,4 A
	GA ₃ + TQ	1,8 B	1,3 C	1,1 B	1,1 C	1,9 B
	GA ₃ + TQ + 30D	2,7 A	2,6 A	2,6 A	2,6 A	2,6 A
	Massa Seca Total (mg planta ⁻¹)					
	GA ₃	2,6 C	4,8 B	5,8 A	5,9 A	6,0 A
GA ₃ + TQ	3,8 B	3,8 C	3,7 B	3,6 B	4,8 B	
GA ₃ + TQ + 30D	5,2 A	5,6 A	5,9 A	5,8 A	6,1 A	
GURI INTA CL	Massa Seca da Parte Aérea (mg planta ⁻¹)					
	GA ₃	1,5 C	3,3 A	3,3 A	3,0 A	3,3 A
	GA ₃ + TQ	2,1 B	2,0 C	2,5 B	2,7 AB	2,5 B
	GA ₃ + TQ + 30D	2,7 A	2,6 B	2,7 B	2,5 B	2,4 B
	Massa Seca da Parte Radicular (mg planta ⁻¹)					
	GA ₃	0,9 B	2,3 A	2,1 A	2,0 A	2,1 A
	GA ₃ + TQ	2,1 A	1,8 B	1,7 B	1,9 A	2,0 A
	GA ₃ + TQ + 30D	1,8 A	2,2 A	1,9 B	2,1 A	2,0 A
	Massa Seca Total (mg planta ⁻¹)					
	GA ₃	2,4 B	5,6 A	5,4 A	5,0 A	5,4 A
GA ₃ + TQ	4,2 A	3,8 C	4,2 B	4,6 A	4,5 B	
GA ₃ + TQ + 30D	4,5 A	4,8 B	4,6 B	4,6 A	4,4 B	
IRGA 431 CL	Condição	MSPA MSPR MST				
		(mg plântula ⁻¹)				
	GA ₃	2,5 A	1,6 A	4,1 A		
	GA ₃ + TQ	2,6 A	1,3 B	3,9 A		
	GA ₃ + TQ + 30D	2,4 A	1,6 A	3,9 A		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, em cada cultivar, não diferem entre si teste tukey a 5% de probabilidade de erro. GA₃: Ácido Giberélico; TQ: Tratamento Químico; 30D: Sementes tratadas e armazenadas por 30 dias. MSPA: Massa Seca da Parte Aérea; MSPR: Massa Seca da Parte Radicular; MST: Massa Seca Total

Foi possível realizar análise de regressão para visualizar o comportamento das doses de ácido giberélico sob cada variável estudada. A figura 9 mostra o comportamento da massa seca da parte aérea, radicular e total de plântulas de arroz irrigado da cultivar IRGA 424 RI. A condição GA₃ foi a que mostrou uma maior variação entre as doses 0 e 250mg, se mostrando responsiva ao regulador vegetal. A condição GA₃ + TQ apresentou um decréscimo na produção de biomassa nas doses de 500 e 750mg nas variáveis MSPR e MST.

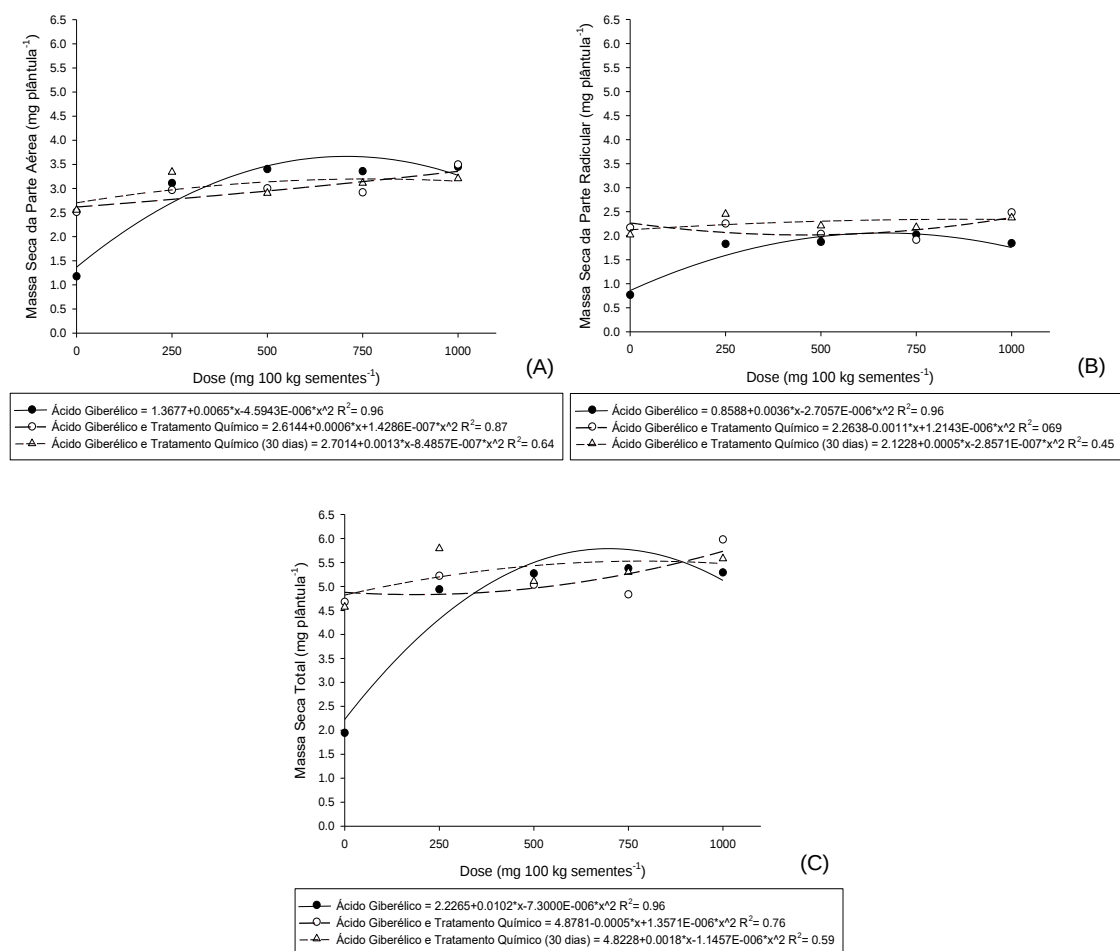


Figura 9. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A), radicular (MSPR) (B) e total (MST) (C) de plântulas de arroz irrigado da cultivar IRGA 424 RI. Pelotas, 2021.

Assim como a cultivar IRGA 424 RI, a Guri INTA CL também apresentou um comportamento negativo para a produção de biomassa radicular na condição GA₃ + TQ, entretanto, a única dose que se produziu mais, foi a 1000mg, mas não diferindo muito do tratamento 0mg. Para essa variável, a condição GA₃ + TQ + 30D apresentou uma constante com uma pequena redução na produção de massa seca da parte radicular, podendo ver através da equação de regressão,

um R^2 relativamente baixo. Para a MSPA houve uma maior resposta da dose 0 para a 250mg na condição GA_3 .

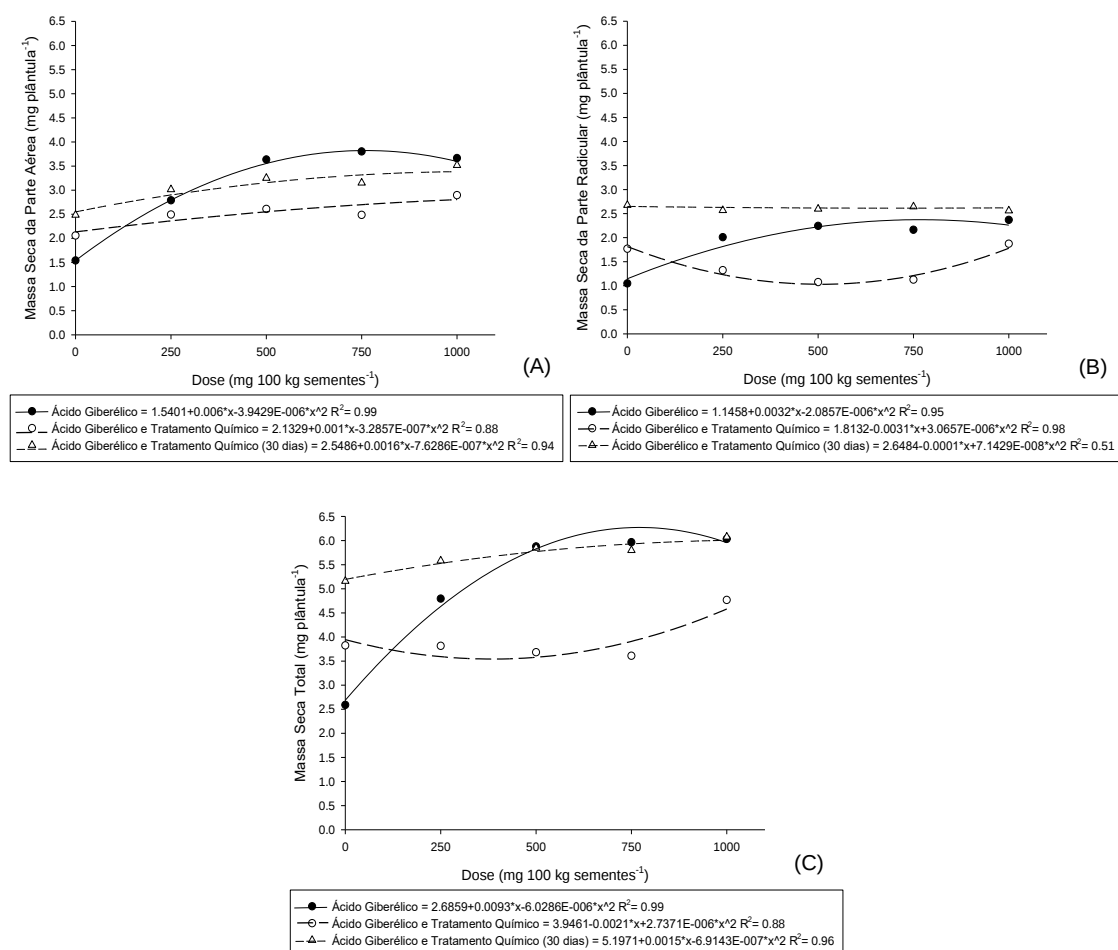


Figura 10. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A), radicular (MSPR) (B) e total (MST) (C) de plântulas de arroz irrigado da cultivar Guri INTA CL. Pelotas, 2021.

Comportamento de redução da produção de biomassa radicular também aconteceu para a cultivar BRS Pampa, na condição GA_3 + TQ, mas não foi tão acentuado quanto a cultivar Guri INTA CL. A variável MSPA, respondeu com uma redução de produção de biomassa conforme o aumento da dose de produto utilizada no tratamento de sementes na condição GA_3 + TQ + 30D.

Da mesma maneira para as demais cultivares, a condição de sementes tratadas somente com ácido giberélico (GA_3) apresentaram uma maior variação para a produção de biomassa quando não foi utilizado o produto (0mg) para quando foi utilizado (250mg).

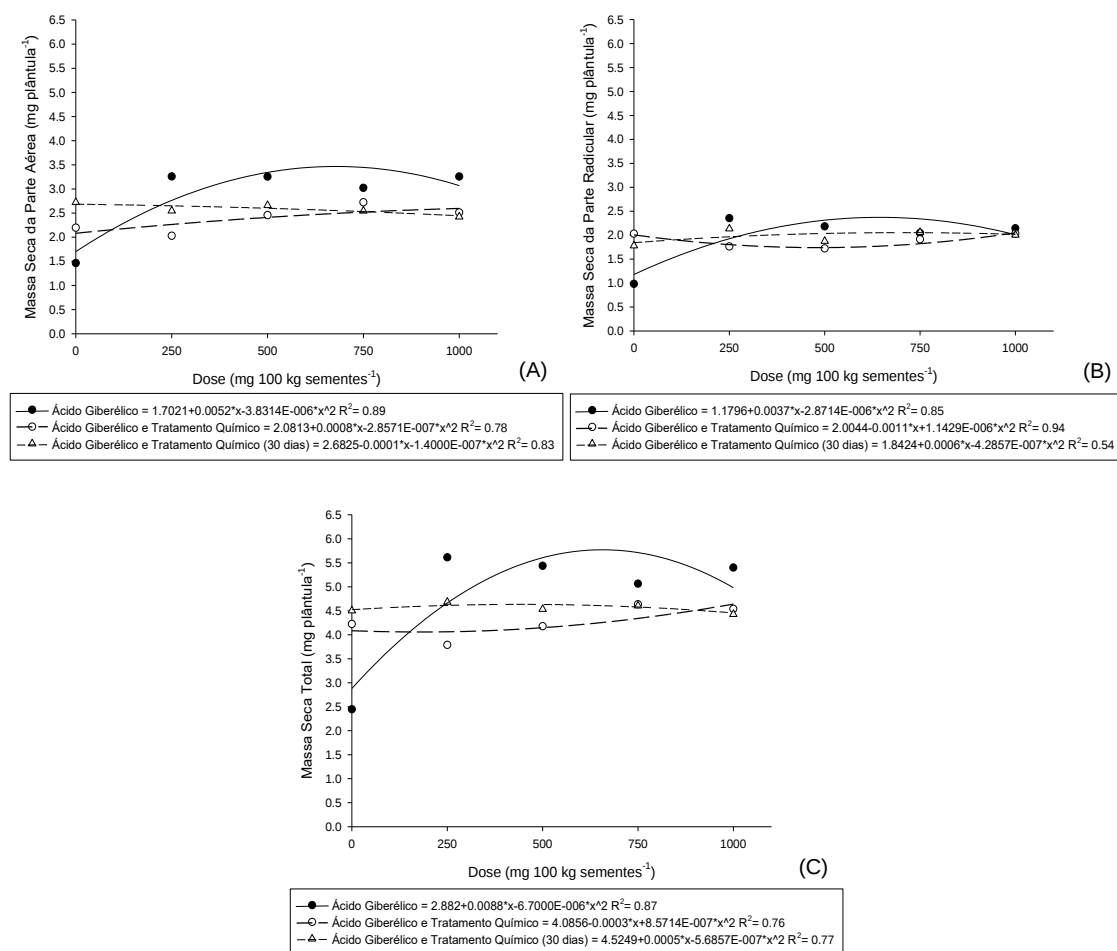


Figura 11. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A), radicular (MSPR) (B) e total (MST) (C) de plântulas de arroz irrigado da cultivar BRS Pampa. Pelotas, 2021.

A cultivar IRGA 431CL (Figura 12) apresentou para as variáveis MSPA e MST respostas diferentes para as doses utilizadas e a condição de tratamento das sementes não foi significativo. Através da figura 12 é possível observar um comportamento similar para a MSPA e MST, a qual apresentou o pico de produção de biomassa das plântulas entre as doses 500 e 750mg.

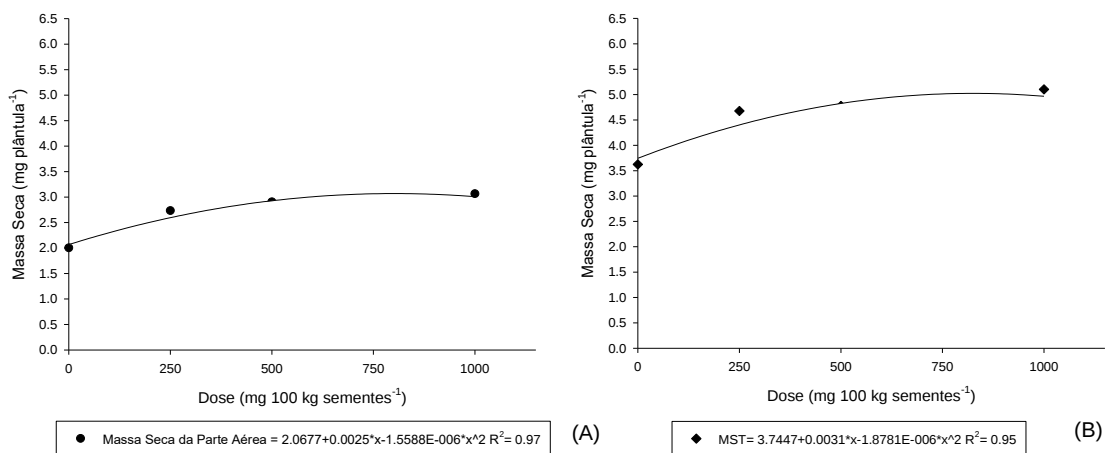


Figura 12. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A) e massa seca total (MST) (B) de plântulas de arroz irrigado da cultivar IRGA 431 CL. Pelotas, 2021.

A utilização do regulador de crescimento (GA₃) associado com fungicida e inseticida pode ser uma alternativa para o tratamento industrial das sementes de arroz irrigado, pois apresentou relação positiva para os testes de laboratório realizados em quatro cultivares. Entretanto, as cultivares responderam de forma diferente nas variáveis analisadas sobre as condições estabelecidas, sendo necessária a realização de testes à campo para analisar se há realmente resultados satisfatórios.

A realização do tratamento das sementes com o ácido giberélico associado com fungicida e inseticida, de modo geral, não acarretou efeitos negativos ao crescimento e na produção de matéria seca das plântulas de arroz.

Conclusões

O ácido giberélico isolado no tratamento de sementes proporcionou maior número de sementes germinadas na primeira contagem de germinação para as quatro cultivares.

A associação do ácido giberélico juntamente ao inseticida e fungicida no período de 30 dias que antecede a semeadura apresentou compatibilidade, além disso aumentou crescimento das plântulas, tanto da parte aérea quanto radicular e total.

O ácido giberélico auxiliou no crescimento das plântulas de arroz irrigado, indiferente da condição de tratamento de sementes utilizado, sendo recomendado a utilização de 500 mg de ácido giberélico para 100 kg.

Os lotes dessas cultivares de arroz irrigado, em estudo, apresentam comportamento diferentes em relação as doses de ácido giberélico utilizado no tratamento de sementes.

É viável o tratamento das sementes com ácido giberélico com fungicida e inseticida 30 dias que antecede a semeadura

Capítulo 2 – Resposta foliar de plântulas de arroz em função do tratamento de sementes com ácido giberélico juntamente com fungicida e inseticida

Introdução

A obtenção de um adequado estande inicial de plantas depende de muitas variáveis, sendo uma das principais, a utilização de sementes de alta qualidade aliada ao emprego de produtos que auxiliem o desempenho das plantas no campo. Neste sentido, algumas tecnologias utilizadas como o tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas ajudam a controlar os avanços das doenças e as infestações iniciais de insetos (FREITAS, 2011), que juntamente com sementes de alta qualidade fisiológica são essenciais para altas produtividades agrícolas (DAN et al., 2010; ABATI et al., 2014).

A incorporação do tratamento industrial de sementes (TIS) às linhas de beneficiamento de grande parte das empresas produtoras de sementes é benéfico para os produtores, pois pode-se ter maior aproveitamento dos insumos, sendo um processo realizado independente das condições climáticas, uma vez que o TIS é realizado em unidades agroindustriais apropriadas (GADOTTI; OLIVEIRA, 2014). Além disso, a qualidade, eficiência e uniformidade dos tratamentos industriais é mais um fator positivo. No entanto, é interessante realizar estudos sobre a possibilidade de armazenar sementes após realizado o tratamento, sem comprometer a qualidade das mesmas.

O inadequado armazenamento por longos períodos pode reduzir a qualidade fisiológica das sementes afetando diretamente o desempenho inicial das plântulas. O armazenamento sob condições não controladas, afeta negativamente a área foliar, massa seca de parte aérea e massa seca de raiz. Sementes de menor qualidade fisiológica tendem a produzir plântulas menores, ao passo que sementes de melhor qualidade, logo mais vigorosas, irão proporcionar plantas com maiores taxas de crescimento inicial e eficiência metabólica, com maior área foliar, maior produção de matéria seca e maiores rendimentos (KOLCHINSKI et al., 2006).

Visando aumentar os rendimentos e os lucros das propriedades rurais, vários produtores têm utilizado no tratamento de sementes produtos conhecidos

como bioestimulantes, objetivando melhorar a exploração do sistema radicular no solo, melhorar o equilíbrio hormonal das plantas, favorecer a expressão do potencial genético e estimular o desenvolvimento radicular (ALMEIDA e RODRIGUES, 2017). Em geral, os bioestimulantes agem na degradação de substâncias de reserva das sementes, também na diferenciação, divisão e alongamento celulares (CASTRO e VIEIRA, 2001). Diversos trabalhos relatam aumento na produtividade de culturas em função da aplicação desses produtos, como feijão (COBUCCI et al., 2005), soja (BERTOLIN et al., 2010), milho (DOURADO NETO et al., 2014) entre outras (RAMOS JUNIOR et al., 2005).

Por haver uma variedade de informações na literatura envolvendo os benefícios do acréscimo de reguladores vegetais ao tratamento químico de sementes, é interessante realizar o estudo específico do tratamento de sementes de arroz associando o regulador de crescimento (AG_3) juntamente com fungicida e inseticida e armazenar as sementes, para posteriormente observar a sua qualidade fisiológica e o comportamento das plântulas emergidas.

Desta forma, o objetivo desse estudo foi analisar a taxa de crescimento das plantas de arroz irrigado submetidas a diferentes doses de ácido giberélico (GA_3) juntamente ao tratamento de sementes com fungicida e inseticidas, na condição de semeadas após 24 horas e na condição de sementes tratadas e armazenadas pelo período de trinta dias.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em vasos no município de Augusto Pestana, RS. As sementes utilizadas foram lotes das cultivares BRS Pampa, IRGA 431 CL, IRGA 424 RI e Guri INTA CL, que apresentavam 86, 92, 96 e 90 % de germinação, respectivamente, amplamente cultivadas no Rio Grande do Sul. As sementes foram adquiridas de uma empresa produtora de sementes localizada no município de Santa Vitória do Palmar – RS, provenientes da safra agrícola 2019/2020.

De forma independente para cada cultivar, um experimento foi conduzido sob delineamento de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, em fatorial simples (5×2), sendo cinco doses de ácido giberélico (GA_3) e duas

condições de manejo das sementes, sendo: i) sementes tratadas (ácido giberélico e fungicida e inseticida) e posteriormente semeadas nos vasos; e, ii) sementes tratadas (regulador vegetal e fungicida + inseticida) e armazenadas por 30 dias em temperatura ambiente. As cinco doses de regulador vegetal utilizadas foram: 0, 250, 500, 750 e 1000 mg do produto comercial (ProGibb), contendo 40% do i.a. GA₃ por 100 kg de sementes, aplicados juntamente com o tratamento de sementes. Para o controle padrão (testemunha) foi utilizado somente água destilada e tratamento químico. No tratamento de sementes químico (agroquímico) foi utilizado uma mistura pronta contendo inseticida e fungicida, formulado com tiofanato-metílico (225g/L), fipronil (260g/L) e piraclostrobina (25 g/L), seguindo as recomendações do produto para o tratamento de sementes na cultura do arroz (0,50 – 1,0 ml/100 kg de semente). O tratamento de sementes foi realizado manualmente com o auxílio de sacos plásticos, onde foi colocado no seu interior a calda pronta de 4 ml, posteriormente, espalhado em 3/4 da sua parte interna e depositado as 250 gramas de sementes. Após, foi insuflado ar e agitou-se o saco plástico por 1 minuto para a distribuição homogênea do produto nas sementes, em seguida, foi adicionado um polímero e novamente agitadas por 1 minuto. Após esse período, as sementes foram postas em sacos de papel devidamente identificados e deixadas descansando em temperatura ambiente por 24 horas, sendo posteriormente armazenadas por 30 dias. Ao vigésimo nono dia, foi realizado o tratamento de mais 250g de sementes e deixadas secar naturalmente por 24h. No dia seguinte todos os tratamentos foram semeados de forma manual nos vasos, incluindo as sementes tratadas e armazenadas por 30 dias e as sementes tratadas e posteriormente semeadas.

O volume de substrato utilizado nos vasos se obteve através da mistura de 50% de areia e 50% de solo da região que se caracteriza por ser um Latossolo Vermelho distroférico típico (U.M. Santo Ângelo), apresentando um perfil profundo, bem drenado, coloração vermelho escuro, com altos teores de argila e predominância de argilominerais 1:1 e oxi-hidróxidos de ferro e alumínio (SANTOS et al., 2013) para simular o solo arenoso da região de Pelotas -RS. No momento da realização da mistura de solo e areia, foi incluído adubação química. A irrigação foi realizada conforme a necessidade diária da cultura. A unidade

experimental (UE) foi representada por baldes individuais contendo 10 plantas cada, onde realizou-se as avaliações. Para as cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL, totalizou-se 160 vasos por cultivar [5 doses do ácido giberélico x 2 condições (com e sem armazenamento) x 4 datas de avaliação (7, 14, 21 e 28 DAE) x 4 repetições]. Para as cultivares IRGA 431 CL e BRS Pampa totalizou-se 80 vasos por cultivar [5 doses do ácido giberélico x 2 condições (com e sem armazenamento) x 2 datas de avaliação (7 e 21 DAE) x 4 repetições]. Neste estudo, utilizou-se vasos de 8 litros, nos quais foram semeadas 15 sementes e após a emergência foi realizado o desbaste, permanecendo 10 plantas para as avaliações.

As plantas foram avaliadas quanto ao comprimento, área foliar e massa seca da parte aérea, como descrito a seguir:

Comprimento da parte aérea (CPA): a avaliação do comprimento da parte aérea foi realizada com o auxílio de uma régua métrica, sendo os resultados expressos como comprimento médio (em cm) da parte aérea.

Área foliar (AF): as avaliações se iniciaram após constatado o primeiro dia de emergência para cada cultivar, considerado assim como o dia zero. Em cada data de avaliação foi realizada a coleta das 10 plantas dos vasos e realizado o escaneamento através de uma impressora, configurada a 600 DPI. As leituras da área foliar foram realizadas com o auxílio de um computador através do software Win Dias – Image Analysis Systems, que foi calibrado através do escaneamento de uma régua e, posteriormente, selecionando a amplitude de cores adequada para identificar corretamente a área foliar das plantas de arroz, e finalmente mensurando-a em centímetros quadrados (cm²) (Figura 13). As leituras foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após o início da emergência (DAE). A área foliar obtida em cada repetição, foi dividido pelo número de plântulas, resultando na área foliar média por planta (cm² planta⁻¹).

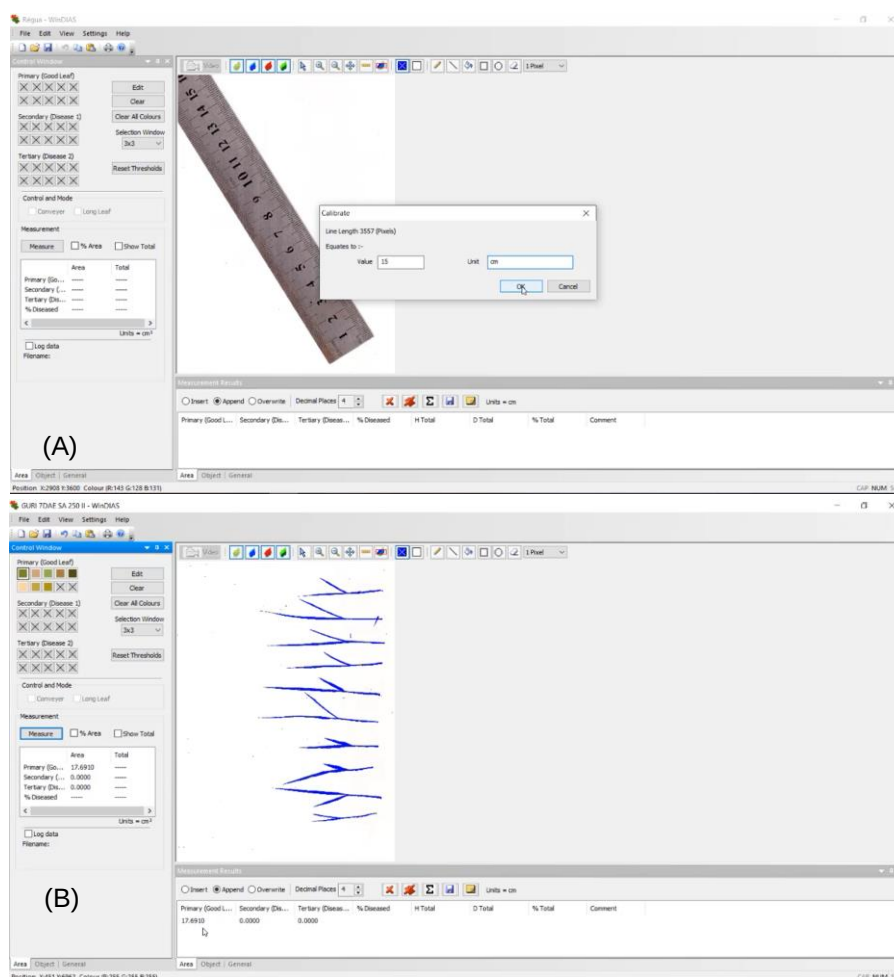


Figura 13. Janela do software WinDias utilizado para leitura; Calibração da medição de leitura (A) e folhas lidas (B). Pelotas, 2021

Massa da parte aérea (MSPA) das plantas: Após a mensuração da área foliar, essas mesmas plântulas foram utilizadas para avaliação da massa de matéria seca. Para esta determinação, as amostras foram secas em estufa de ar forçado a 65°C durante 72 horas, até atingir massa constante. A massa obtida em cada repetição, dividido pelo número de plantas, resultou na massa média por plântula.

Com os resultados da área foliar e matéria seca da parte aérea das plantas foram determinados os parâmetros: i) taxa de crescimento da cultura – TCC ($\text{mg.pl}^{-1}\text{dia}^{-1}$); ii) taxa de crescimento relativo – TCR ($\text{mg. g}^{-1}\text{dia}^{-1}$); e iii) taxa de assimilação líquida – TAL ($\text{mg.cm}^2\text{dia}^{-1}$). Esses parâmetros foram calculados baseado na metodologia descrita em Gardner et al., (1985), em que:

$$\text{TCC} = \frac{(\text{MS2} - \text{MS1})}{(\text{T2} - \text{T1})}$$

$$TCR = \frac{(LN MS2 - LN MS1)}{(T2 - T1)}$$

$$TAL = \frac{(MS2 - MS1)}{(T2 - T1)} \times \frac{(LN AF2 - LN AF1)}{(AF2 - AF1)}$$

Onde:

MS: matéria seca;

T: tempo;

AF: área foliar;

LN: logaritmos naturais (2,71).

Os dados obtidos foram organizados em planilhas do Microsoft Office Excel (2016) e avaliados de acordo com o teste de Bartlett para homogeneidade de variâncias e teste de Shapiro-Wilk (1965) para testar os resíduos quanto a normalidade. Após, os dados obtidos para cada variável analisada foram submetidos à análise de variância. Confirmadas diferenças significativas pelo teste F, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade de erro utilizando-se o programa estatístico R, na extensão Rbio. Foram realizadas análises de regressão polinomial para os efeitos da concentração de GA₃ (curva de dose-resposta produto) e, posteriormente, a realização de gráficos com auxílio do software SigmaPlot 12.5.

Resultados e Discussão

Área Foliar

O resultado da ANOVA (tabela 6) resume o comportamento do desenvolvimento da área foliar das plântulas de arroz das cultivares IRGA 424 RI e GURI INTA CL em quatro datas de avaliação (7, 14, 21 e 28 dias após a emergência - DAE) e das cultivares BRS PAMPA e IRGA 431 CL em duas datas de avaliação (7 e 21 DAE). Analisando individualmente as cultivares, foi possível observar que a IRGA 424 RI apresentou variação sob a condição na qual as sementes foram armazenadas, pois influenciou no desenvolvimento da área

foliar nas quatro datas de avaliação (7, 14, 21 e 28 dias após a emergência das plântulas - DAE).

Tabela 6. Resumo da análise de variância para a variável área foliar de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.

Quadrado Médio - IRGA 424 RI					
Fonte de Variação	GL	Área Foliar (cm ² planta ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28DAE
Bloco	3	0,26603	0,0309	0,8740	0,4196
Condição	1	1,39028*	4,1254*	11,0707*	7,1306*
Dose	4	0,19638*	0,3175	2,7126*	1,0026
Condição x Dose	4	0,14795	0,2017	1,4803*	1,2976
Resíduo	27	0,06056	0,1610	0,4527	0,7877
Total	39	-	-	-	-
CV (%)	-	19,99	20,16	19,24	19,15
Quadrado Médio - GURI INTA CL					
Fonte de Variação	GL	Área Foliar (cm ² planta ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28DAE
Bloco	3	0,12840	2,1550	0,0765	1,4323
Condição	1	1,58149*	8,0786*	29,6844*	4,9794
Dose	4	0,02484	0,4144	1,3705	2,5876
Condição x Dose	4	0,15509	0,3194	1,1120	0,2214
Resíduo	27	0,12560	0,1716	0,4867	1,4971
Total	39	-	-	-	-
CV (%)	-	20,59	14,44	14,72	17,89
Quadrado Médio - BRS PAMPA					
Fonte de Variação	GL	Área Foliar (cm ² planta ⁻¹)			
		7 DAE		21 DAE	
Bloco	3	0,01108		2,0312	
Condição	1	0,37074		4,6536	
Dose	4	0,10329		6,8948*	
Condição x Dose	4	0,13108		2,4156	
Resíduo	27	0,11168		0,9769	
Total	39	-		-	
CV (%)	-	21,62		25,4	
Quadrado Médio - IRGA 431 CL					
Fonte de Variação	GL	Área Foliar (cm ² planta ⁻¹)			
		7 DAE		21 DAE	
Bloco	3	0,177993		0,2296	
Condição	1	0,023853		9,8014*	
Dose	4	0,034776		1,5778*	
Condição x Dose	4	0,283194		2,1842*	
Resíduo	27	0,034188		0,3273	
Total	39	-		-	
CV (%)	-	14,42		16,66	

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; GL: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; DAE: Dias após a emergência. Condição: Manejos realizados com as sementes tratadas; Dose: Doses de GA₃ utilizadas no tratamento de semente.

Além disso, houve resposta significativa na área foliar das plântulas avaliadas aos 7 e 21 DAE, pela aplicação das doses de ácido giberélico utilizadas, mostrando que a concentração do regulador vegetal aplicado no tratamento da semente influenciou no desenvolvimento foliar. Houve interação significativa para condição x dose ao vigésimo primeiro dia após a emergência das plântulas (3ª data de avaliação).

Ainda na Tabela 6, é possível observar que o lote de sementes da cultivar BRS PAMPA não apresentou diferença de crescimento foliar quando avaliado aos 7 DAE, independente da condição de armazenamento e dose de regulador de crescimento utilizado. Entretanto, aos 21 DAE houve diferença significativa entre as doses de ácido giberélico aplicado na semente. Além disso, nesta cultivar, assim como para a cultivar GURI INTA CL, não houve interação significativa em nenhuma data de avaliação. Para a cultivar IRGA 431 CL, na avaliação aos 7 DAE nenhum tratamento apresentou diferença significativa. Por outro lado, na avaliação aos 21 DAE ocorreu diferença de crescimento foliar, tanto para as diferentes condições de armazenamento, quanto para as diferentes doses de ácido giberélico aplicado, bem como na interação de ambos (Tabela 6).

A tabela 7 refere-se às médias da área foliar das quatro cultivares, analisadas sob diferentes doses de ácido giberélico aplicado no tratamento de sementes e em distintas condições de armazenamento. A cultivar IRGA 424 RI obteve menores valores de área foliar na condição S.A (sem armazenamento; sementes tratadas e posteriormente semeadas) nas doses de 0 mg (sem utilização de ácido giberélico) e 250 mg (menor concentração de GA₃) nas quatro datas de avaliação (7, 14, 21 e 28 DAE). No entanto, nas demais doses, em todas as avaliações, maior crescimento “per se” foi obtido pelas sementes que passaram pelo período de armazenamento (C.A), embora sem diferença significativa para as sementes sem armazenamento (S.A). Esta situação pode ser decorrente de um possível acúmulo do ácido giberélico na camada de aleurona durante o período de armazenamento, e quando, as sementes foram semeadas, o processo de degradação das proteína de reserva ocorreu mais rapidamente, acelerando assim, o processo germinativo, proporcionando uma maior produção de área foliar em menor espaço de tempo, depois de colocadas

em situação ideal de crescimento (solo). Considerando a média geral, as plântulas apresentaram maior área foliar após período de armazenamento (C.A), independente da data de avaliação (Tabela 7).

Tabela 7. Médias da área foliar de plantas de arroz irrigado medido em 4 diferentes datas de avaliações (DAE) sob duas condições de armazenamento e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

Área Foliar (cm ²)								
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
IRGA 424 RI	7	S.A	0,6026 B	1,0467 B	1,0887 A	1,1964 A	1,2888 A	1,0446 B
		C.A	1,3361 A	1,5411 A	1,5088 A	1,2385 A	1,4630 A	1,4175 A
	14	S.A	1,2336 B	1,7273 B	1,6430 A	1,9101 A	1,8303 A	1,6688 B
		C.A	2,2248 A	2,7145 A	2,0668 A	2,3434 A	2,2041 A	2,3107 A
	21	S.A	1,9196 B	3,4966 B	3,4700 A	2,9830 A	2,9839 A	2,9706 B
		C.A	4,0644 A	5,3004 A	4,0328 A	3,5068 A	3,2096 A	4,0228 A
	28	S.A	3,4079 B	4,2426 B	4,7507 A	4,2491 A	4,4146 A	4,2130 B
		C.A	5,1631 A	5,9355 A	5,0655 A	4,4097 A	4,7133 A	5,0574 A
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
GURI INTA CL	7	S.A	1,4010 B	1,4247 A	1,4784 A	1,5257 A	1,7811 A	1,5221 B
		C.A	1,8619 A	2,0989 A	1,9276 A	2,0020 A	1,7088 A	1,9198 A
	14	S.A	2,3022 A	2,5101 B	2,2340 A	2,3462 A	2,7033 A	2,4192 B
		C.A	2,9448 A	3,9514 A	3,3611 A	3,2047 A	3,1278 A	3,3180 A
	21	S.A	3,0069 B	4,5788 A	3,9196 B	3,9272 B	3,9616 A	3,8788 B
		C.A	5,3252 A	5,4539 A	6,2804 A	6,0359 A	4,9133 A	5,6017 A
	28	S.A	6,6260 A	7,0514 B	6,6679 A	6,0487 A	6,0356 A	6,4859 A
		C.A	7,1896 A	8,3488 A	7,2164 A	6,6578 A	6,5451 A	7,1915 A
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
BRS PAMPA	7	S.A	1,4258 A	1,5582 A	1,4271 A	1,2451 A	1,5890 A	1,4490 A
		C.A	1,2972 A	1,7154 A	1,7774 A	1,7749 A	1,6431 A	1,6416 A
	21	S.A	2,4729 A	5,0356 A	3,4006 A	3,3317 A	3,5115 A	3,5504 A
		C.A	2,2431 A	4,4868 A	4,1656 A	5,4654 A	4,8022 B	4,2326 A
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
IRGA 431 CL	7	S.A	1,5018 A	0,9903 B	1,3691 A	1,3062 A	1,3648 A	1,3064 A
		C.A	1,1424 A	1,5694 A	1,3714 A	1,1239 A	1,0808 A	1,2576 A
	21	S.A	2,8500 A	3,8364 A	3,7352 A	4,2911 A	4,9284 A	3,9282 A
		C.A	2,5378 A	3,4345 A	3,1586 A	3,4571 B	2,1032 B	2,9382 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna são significativamente iguais pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. DAE: Dias após a emergência; S.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico; C.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico + Armazenadas por 30 dias; $\bar{X}_{\text{Média}}$: Valor médio das condições

A cultivar GURI INTA CL (Tabela 7) apresentou menores médias de área foliar quando as sementes foram tratadas e logo semeadas (S.A), independente da data de avaliação, exceto aos 28 DAE, que não obteve diferença entre as condições. Nas quatro datas de avaliação algumas diferenças entre as médias de área foliar foram observadas em relação a condição de armazenamento em cada dose de GA₃. Na dose 0 mg, menor crescimento foliar foi observado nas plântulas sem período de armazenagem e avaliadas aos 7 e 21 DAE. Quando aplicada a menor dose de GA₃ (250 mg), diferenças de crescimento foram observadas na avaliação aos 14 e 28 DAE, com menor desenvolvimento de plântulas semeadas logo após o tratamento de sementes. Nas doses de 500 e 750 mg de GA₃, maior desenvolvimento foliar foi obtido nas plântulas provenientes de sementes armazenadas (C.A) e avaliadas aos 21 DAE. Já na dose de 1000 mg, não foram observadas diferenças de crescimento entre as plântulas, independente da condição de armazenamento das sementes e época de avaliação. De maneira geral, novamente os maiores valores de crescimento foliar foram obtidos em plântulas pela qual as sementes passaram por período de armazenamento. Ludwig et al., (2015) obteve maiores valores de área foliar em plântulas de soja que foram tratadas com a combinação de fungicida + inseticida+ polímero e armazenadas por 120 dias.

Ainda na Tabela 7, a cultivar BRS PAMPA apresentou diferença significativa de crescimento foliar nas plântulas de sementes que foram submetidas ao tratamento de sementes com 1000 mg de GA₃, armazenadas e avaliadas 21 dias após a emergência. Nas demais doses, épocas de avaliação e condições de armazenamento não foram obtidas diferenças no crescimento foliar das plântulas. Na cultivar IRGA 431 CL, poucas diferenças de crescimento foliar também foram observadas. Na avaliação aos 7 DAE, maior crescimento de plântulas foi obtido pelas sementes que receberam a dose de 250 mg de GA₃ e armazenadas. Nas demais doses, não foram observadas diferenças de crescimento entre as plântulas, independente dos tratamentos analisados. Já na avaliação aos 21 DAE, destaque para o desenvolvimento foliar das plântulas submetidas as doses de 750 e 1000 mg de GA₃ no tratamento de sementes e logo semeadas. Estes foram os únicos resultados no qual as plântulas de maior crescimento não passaram pelo período de armazenamento. A média geral das

condições apresentou diferença significativa ao vigésimo primeiro dia de avaliação, onde que a condição das sementes tratadas e armazenadas proporcionou uma menor produção de área foliar das plantas.

Na figura 14 é possível analisar o desenvolvimento da área foliar, das cultivares IRGA 424 RI, GURI INTA CL e IRGA 431 CL, respectivamente, nas distintas datas de avaliação e sob as condições nas quais as sementes foram submetidas. O ganho de área foliar entre as datas de avaliação é notório para as três cultivares, diferindo quanto a intensidade com que ocorre. A cultivar IRGA 424 RI (Figura 14A) apresentou diferença na área foliar nas quatro datas de avaliação, sempre com maior desenvolvimento das plantas sob a condição de sementes tratadas e armazenadas pelo período de trinta dias. A cultivar GURI INTA CL (Figura 14B) também apresentou diferença entre as avaliações para a variável área foliar, entretanto, significativamente entre as condições para as avaliações aos 7, 14 e 21 dias após a emergência das plântulas. Assim como na cultivar IRGA 424 RI, a condição das sementes tratadas e armazenadas também apresentou maiores médias de área foliar para a cultivar GURI INTA CL. Já a cultivar IRGA 431CL, também apresentou diferença de crescimento entre as duas condições na avaliação aos 21 DAE, entretanto, as plântulas que obtiveram maior área foliar foram as sementes que foram tratadas e logo semeadas, sem período de armazenagem (Figura 14C).

Comparando diversas combinações de fungicidas e inseticidas no tratamento de sementes de soja após diferentes períodos de armazenamento, Cunha et al., (2015) obteve resultados inferiores de área foliar nos três períodos de armazenamento em sementes tratadas com o produto a base de fipronil + tiofanatometílico + piraclostrobina em relação a testemunha (sem tratamento).

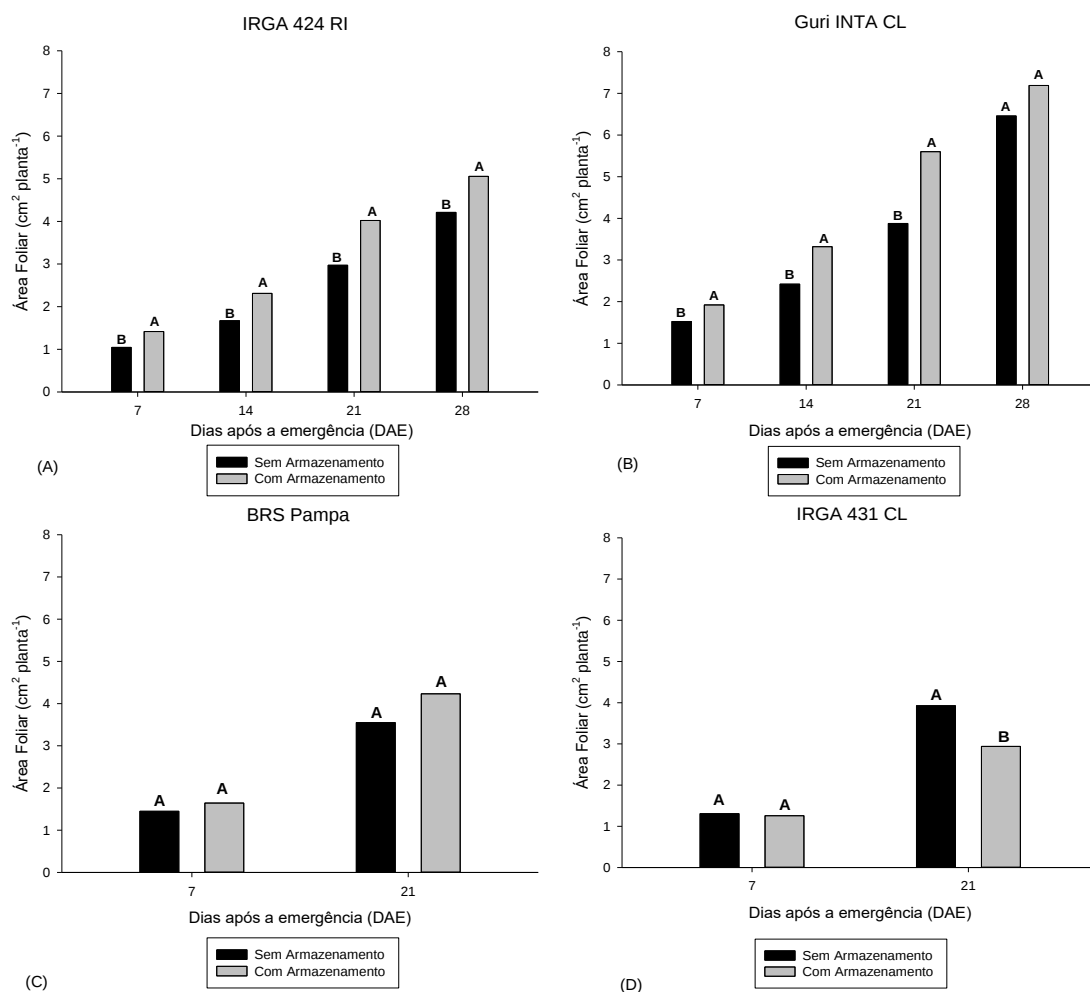


Figura 14. Área foliar (cm²) de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para as cultivares IRGA 424 RI (A) e Guri INTA CL (B) e duas datas de avaliação para as cultivares BRS Pampa (C) IRGA 431 CL (D). Pelotas, 2021. Barras com mesma letra maiúscula, em cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste T a 5% de probabilidade de erro

Através da análise de regressão (Figura 15) é possível identificar o comportamento das cultivares quando submetidas a diferentes doses do ácido giberélico no tratamento de sementes, juntamente com inseticida e fungicida, aliados a duas condições de armazenamento (sementes tratadas e posteriormente semeadas e, sementes tratadas e armazenadas por 30 dias). A cultivar IRGA 424 RI (Figura 15A) avaliada aos 7 DAE não apresentou dados satisfatórios na condição com armazenamento, devido ao baixo R^2 obtido na análise. É possível perceber que nesta condição não ocorreu grande diferença no desenvolvimento da área foliar sob as diferentes doses de GA₃. Já na condição sem armazenamento, diferenças podem ser observadas, sendo que se obteve dose ideal em 890 mg de ácido giberélico para máximo crescimento foliar. Na análise aos 21 DAE para a cultivar IRGA 424 RI (Figura 15B) houve uma

expressiva diferença da área foliar quando comparado a não utilização do ácido giberélico (0 mg) e utilizado na menor dose (250 mg), atingindo um incremento aproximado de 1,5 cm² por planta, independente da condição (sem e com armazenamento). Entretanto, comparando essa diferença na avaliação inicial (7 DAE) (Figura 15A), não houve tanta diferença (incremento aproximado de 0,2 cm² para C.A e 0,4 cm² para S.A). Na avaliação aos 21 DAE, obteve-se dose ideal de 581 e 244mg de GA₃, respectivamente, para as sementes sem armazenamento e com armazenamento (Figura 5B).

As cultivares BRS PAMPA (Figura 15C) e IRGA 431 CL (Figura 15D) avaliadas aos 21 DAE apresentaram diferença de área foliar entre as condições de armazenamento, principalmente quando analisada as doses 0 e 250 mg. Entretanto a cultivar BRS PAMPA se mostrou mais responsiva à aplicação do ácido giberélico, duplicando a área foliar quando utilizado a dose de 250 mg em comparação a não utilização (0 mg). A avaliação da cultivar BRS PAMPA (Figura 15C) proporcionou uma dose ideal de crescimento foliar de 519 e 751 mg de GA₃, para a condição sem e com armazenamento, respectivamente, quando avaliadas as plântulas aos 21 DAE.

Na cultivar IRGA 431 CL, avaliada aos 21 DAE (Figura 15D), a equação da condição sem armazenamento apresentou linha de tendência ao crescimento linear da área foliar conforme o aumento da dose de ácido giberélico utilizada. Já a condição com armazenamento, a máxima produção de área foliar (dose ótima) foi de 457 mg. De forma similar, dos Santos et al., (2018) concluíram que a utilização de bioestimulante promove maior índice de área foliar e incrementa a taxa de crescimento de plantas de girassol.

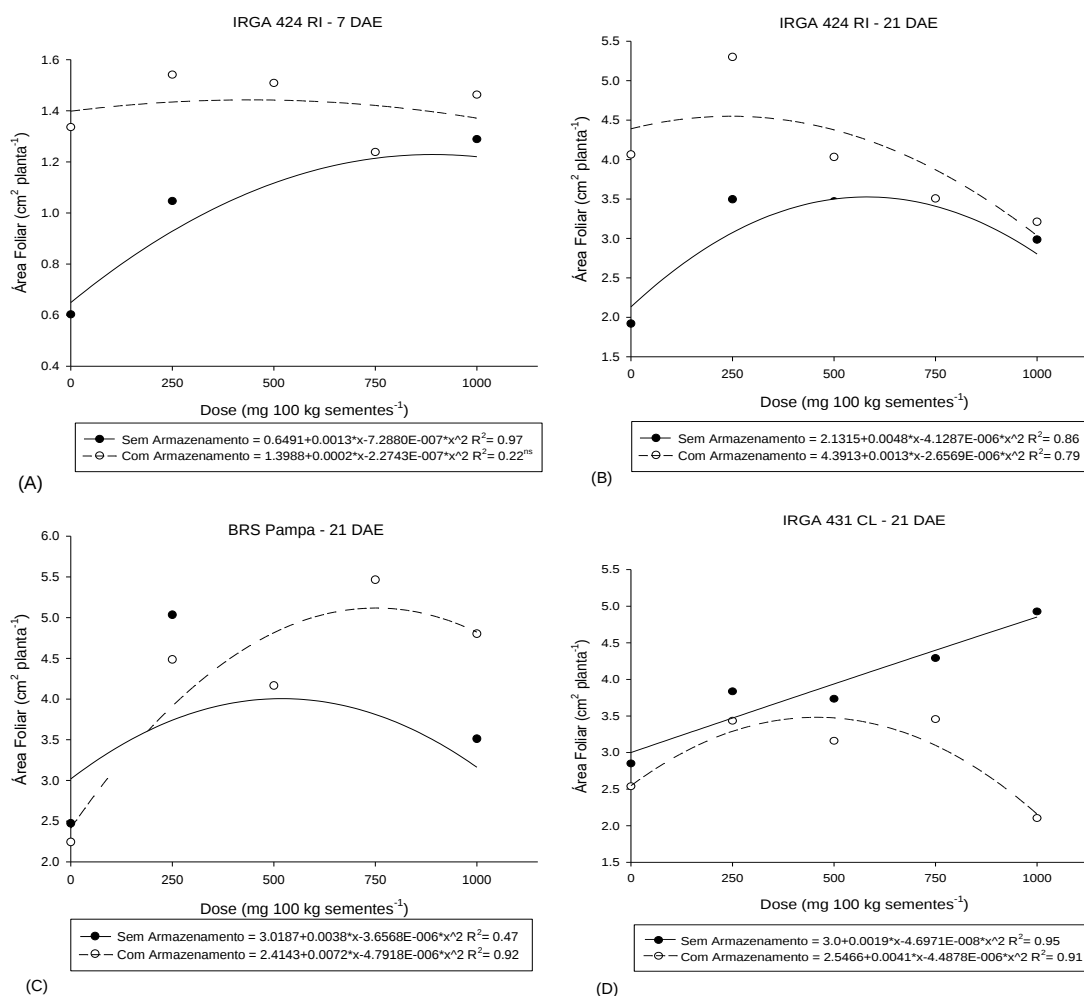


Figura 15. Análise de regressão para variável área foliar (cm²) de plantas de arroz irrigado da cultivar IRGA 424 RI aos 7 (A) e 21 (B) DAE, cultivar BRS Pampa (C) e IRGA 431 CL (D) a 21 DAE. Pelotas, 2021.

Massa Seca

Na tabela 8 estão apresentados dados da ANOVA referente a massa seca da parte aérea das plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação (7, 14, 21 e 28 DAE) para as cultivares IRGA 424 RI e GURI INTA CL e duas datas de avaliação (7 e 21 DAE) para as cultivares BRS PAMPA e IRGA 431 CL. A fonte de variação 'Condição' propiciou diferença significativa nas médias de produção de biomassa (mg. planta⁻¹) para a cultivar IRGA 424 RI nas quatro datas de avaliação. Já para a fonte de variação 'Dose', diferença significativa de massa seca entre as plântulas ocorreu somente aos 28 dias após a emergência.

A produção de massa seca para as plantas da cultivar GURI INTA CL apresentou diferença significativa quando avaliadas aos 7, 14 e 21 DAE, dependendo da condição de armazenamento. Por outro lado, as diferentes

doses de ácido giberélico aplicados junto ao tratamento das sementes somente interferiram na produção de massa seca na avaliação aos 21 DAE das plântulas da cultivar GURI INTA CL (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para a variável massa seca de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.

Quadrado Médio - IRGA 424 RI					
Fonte de Variação	GL	Massa seca (mg planta ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28DAE
Bloco	3	0,1099	0,0562	65,7600	171,70
Condição	1	0,7021*	3,3165*	1759,20*	3416,00*
Dose	4	0,0485	0,2164	39,20	401,20*
Condição x Dose	4	0,0177	0,1650	93,80	121,50
Resíduo	27	0,0247	0,0864	57,23	115,40
Total	39	-	-	-	-
CV (%)	-	24,65	24,73	34,25	25,59
Quadrado Médio - GURI INTA CL					
Fonte de Variação	GL	Massa seca (mg planta ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28DAE
Bloco	3	0,1375	0,4082	0,8183	1,9060
Condição	1	0,4224*	4,8434*	6,0877*	4,1891
Dose	4	0,0278	0,2188	1,8659*	2,1654
Condição x Dose	4	0,0625	0,0969	0,5252	0,7119
Resíduo	27	0,0313	0,0873	0,6084	1,0762
Total	39	-	-	-	-
CV (%)	-	24,11	17,31	22,25	19,84
Quadrado Médio - BRS PAMPA					
Fonte de Variação	GL	Massa seca (mg planta ⁻¹)			
		7 DAE		21 DAE	
Bloco	3	0,0676		1,8481	
Condição	1	0,1627		4,1099*	
Dose	4	0,1106		2,3327*	
Condição x Dose	4	0,0245		0,7957	
Resíduo	27	0,0326		0,4598	
Total	39	-		-	
CV (%)	-	22,60		28,73	
Quadrado Médio - IRGA 431 CL					
Fonte de Variação	GL	Massa seca (mg planta ⁻¹)			
		7 DAE		21 DAE	
Bloco	3	0,0255		0,1318	
Condição	1	0,0048		0,1954	
Dose	4	0,0126		1,3063*	
Condição x Dose	4	0,0533		2,1279*	
Resíduo	27	0,0094		0,2068	
Total	39	-		-	
CV (%)	-	16,43		21,22	

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste F; G.L: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; DAE: Dias após a emergência.

A cultivar BRS PAMPA apresentou diferenças de produção de matéria seca entre as duas condições de armazenamento e as cinco doses utilizados apenas na avaliação aos 21 dias após a emergência, mostrando que as sementes tratadas e semeadas apresentaram diferentes médias em comparação as sementes tratadas e armazenadas por um período de 30 dias. Da mesma forma em que as diferentes doses de ácido giberélico propiciaram diferença nas produções de biomassa das plantas. Assim como para as cultivares IRGA 424 RI e GURI INTA CL, não houve interação entre as fontes de variação analisadas (dose x condição) para a cultivar BRS PAMPA.

A cultivar IRGA 431 CL não apresentou nenhuma diferença significativa de biomassa na primeira data de avaliação (7 DAE), independente das condições de armazenamento, doses de GA₃ e na interação desses fatores. Já a avaliação do vigésimo primeiro dia após a emergência das plântulas, ocorreu diferenças na produção de massa seca quando comparado as doses de ácido giberélico utilizado. Também foi observado significância para a interação condição x dose.

Na tabela de médias para a variável massa seca (Tabela 9), quando analisado a dose máxima de ácido giberélico (1000mg) para a cultivar IRGA 424 RI, foi possível observar que a massa seca das plantas não se diferiram entre as duas condições (sem e com armazenamento das sementes tratadas) nas quatro datas de avaliação realizada. Quando não foi adicionado ácido giberélico no tratamento das sementes (0 mg), percebe-se que em todas as datas de avaliação a condição com armazenamento (C.A) proporcionou uma maior produção de biomassa das plantas. É perceptível também que na condição C.A a produção de biomassa das plantas foi sempre maior ou igual estatisticamente em comparação a condição sem armazenamento (S.A) nas cinco doses de ácido giberélico estudadas e também na média geral das condições (Tabela 9).

A cultivar GURI INTA CL obteve menores produção de massa seca na média geral para a condição sem armazenamento das sementes tratadas quando avaliadas aos 7, 14 e 21 DAE. Analisando individualmente as doses utilizadas, notório que a menor produção per se de massa seca ocorreu na condição sem armazenamento. principalmente na dose de 250 e 750mg na avaliação aos 7 DAE, aos 14 DAE nas doses 0, 250, 500 e 1000mg, aos 21 DAE nas doses de 0 e 500mg e, na avaliação de 28 DAE a dose de 250mg.

Ainda na tabela 9, a cultivar BRS PAMPA apresentou diferença significativa na média de produção de biomassa das plantas somente na avaliação aos 21 DAE, sendo menor quando utilizada a maior concentração de ácido giberélico (1000mg) sob a condição que as sementes foram tratadas e semeadas (S.A). Para a comparação da média geral de massa seca produzida, houve uma diferença significativa ao vigésimo primeiro dia após a emergência das plântulas, na qual a condição S.A apresentou novamente a menor produção de matéria seca de planta.

A média geral das condições para a cultivar IRGA 431 CL (Tabela 9) não apresentou diferença na produção de biomassa por planta. Somente houve diferença significativa quando analisado as médias das doses avaliadas. Comparando as condições de armazenamento, na avaliação de 7 DAE a condição sem armazenamento (S.A) apresentou menor produção de massa seca apenas na dose 250 mg. Já a condição C.A, apresentou menores valores de biomassa para as doses de 0 e 1000mg de GA₃. Para a avaliação ao 21 DAE também houve diferença significativa na média de produção de massa seca, tendo destaque as doses de 250mg na condição C.A e na dose 1000mg de ácido giberélico, para a condição S.A. Nas doses intermediárias, a condição de armazenamento das sementes não influenciou na biomassa das plantas.

Segundo Peixoto (1998) a velocidade na qual as plantas acumulam a matéria seca e os nutrientes na fase inicial do desenvolvimento é lenta, porque no início a planta depende das reservas contidas na semente para crescer e se desenvolver. Dessa forma, é possível que, hipoteticamente, a condição de armazenamento das sementes tratadas com o ácido giberélico e o produto químico proporcionasse a absorção do GA₃, aumentando assim a sua concentração junto a camada de aleurona e quando realizado a semeadura, acelerou a degradação do amido e sucessivamente o processo germinativo, proporcionando assim, um arranque inicial mais agressivo das plântulas de arroz irrigado quando semeadas.

Tabela 9. Teste de médias da massa seca de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas de avaliações sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

Massa seca (mg planta ⁻¹)								
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
IRGA 424 RI	7	S.A	0,3206 B	0,5200A	0,5470 B	0,5760 A	0,5657 A	0,5059 B
		C.A	0,6897 A	0,8212 A	0,8707 A	0,7360 A	0,7367 A	0,7709 A
	14	S.A	0,5828 B	0,7650 B	0,9632 A	1,0468 B	1,1477 A	0,9011 B
		C.A	1,3487 A	1,6117 A	1,2860 A	1,7785 A	1,3600 A	1,4770 A
	21	S.A	8,8800 B	16,195 B	18,425 A	16,555 A	17,235 A	15,458 B
		C.A	31,410 A	34,817 A	27,450 A	23,880 A	26,050 A	28,721 A
	28	S.A	19,057 B	36,312 B	31,795 B	32,745 A	43,815 A	32,745 B
		C.A	47,237 A	61,815 A	46,657 A	45,305 A	55,125 A	51,228 A
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
GURI INTA CL	7	S.A	0,6004 A	0,5583 B	0,6145 A	0,5208 B	0,8647 A	0,6317 B
		C.A	0,7451 A	0,8702 A	0,8815 A	0,8970 A	0,7924 A	0,8373 A
	14	S.A	1,1664 B	1,4207 B	1,2322 B	1,4850 A	1,4893 B	1,3587 B
		C.A	1,8035 A	2,4465 A	2,0300 A	1,9652 A	2,0282 A	2,0547 A
	21	S.A	2,1243 B	3,2770 A	3,2422 B	3,4707 A	3,4628 A	3,1154 B
		C.A	3,3085 A	3,8532 A	4,4730 A	4,3900 A	3,4535 A	3,8956 A
	28	S.A	4,5890 A	5,3775 B	4,7965 A	4,5332 A	5,2327 A	4,9058 A
		C.A	4,6872 A	6,5972 A	6,0390 A	5,2240 A	5,2177 A	5,5530 A
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
BRS PAMPA	7	S.A	0,6965 A	0,9675 A	0,7860 A	0,6355 A	0,5904 A	0,7352 A
		C.A	0,7564 A	1,0307 A	0,8077 A	0,9013 A	0,8177 A	0,8628 A
	21	S.A	1,3200 A	2,9375 A	1,8928 A	1,8363 A	2,2125 B	2,0398 B
		C.A	1,7368 A	2,7957 A	2,3519 A	3,3787 A	3,1412 A	2,6809 A
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
IRGA 431 CL	7	S.A	0,6468 A	0,5068 B	0,6230 A	0,5580 A	0,6790 A	0,6027 A
		C.A	0,4942 B	0,7558 A	0,6122 A	0,5090 A	0,5330 B	0,5808 A
	21	S.A	1,4042 A	1,9870 B	2,0820 A	2,4723 A	3,1188 A	2,2128 A
		C.A	1,5762 A	3,0733 A	2,0488 A	2,3140 A	1,3530 B	2,0730 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, em cada cultivar e data de avaliação, são similares entre si pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. S.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico (sem armazenamento); C.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico + Armazenadas por 30 dias (com armazenamento); $\bar{X}_{\text{Média}}$: Valor médio das condições

A comparação das condições sob as doses utilizadas está demonstrada na figura 16. É possível observar que somente as cultivares BRS PAMPA (Figura 16C) e IRGA 431 CL (Figura 16D) não apresentaram diferença significativa na produção de matéria seca na primeira data de avaliação (7 DAE). A cultivar IRGA

424 RI (Figura 16A) mostrou uma alta capacidade de produção de massa seca, saindo de menos de 5 mg por planta aos 14 DAE para mais de 25 mg em 7 dias (21 DAE) na condição com armazenamento, atingindo aproximadamente 55mg de massa seca por planta no vigésimo oitavo dia. A cultivar GURI INTA CL (Figura 16B) apresentou diferença nas médias de produção de biomassa para as avaliações realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a emergência das plântulas, sendo sempre superior na condição onde as sementes passaram pelo período de armazenamento. A utilização de fungicida + inseticida + polímero no tratamento de sementes de soja e armazenadas pelo período de 120 dias, proporcionou maior massa seca da parte aérea das plântulas (Ludwig et al., 2015).

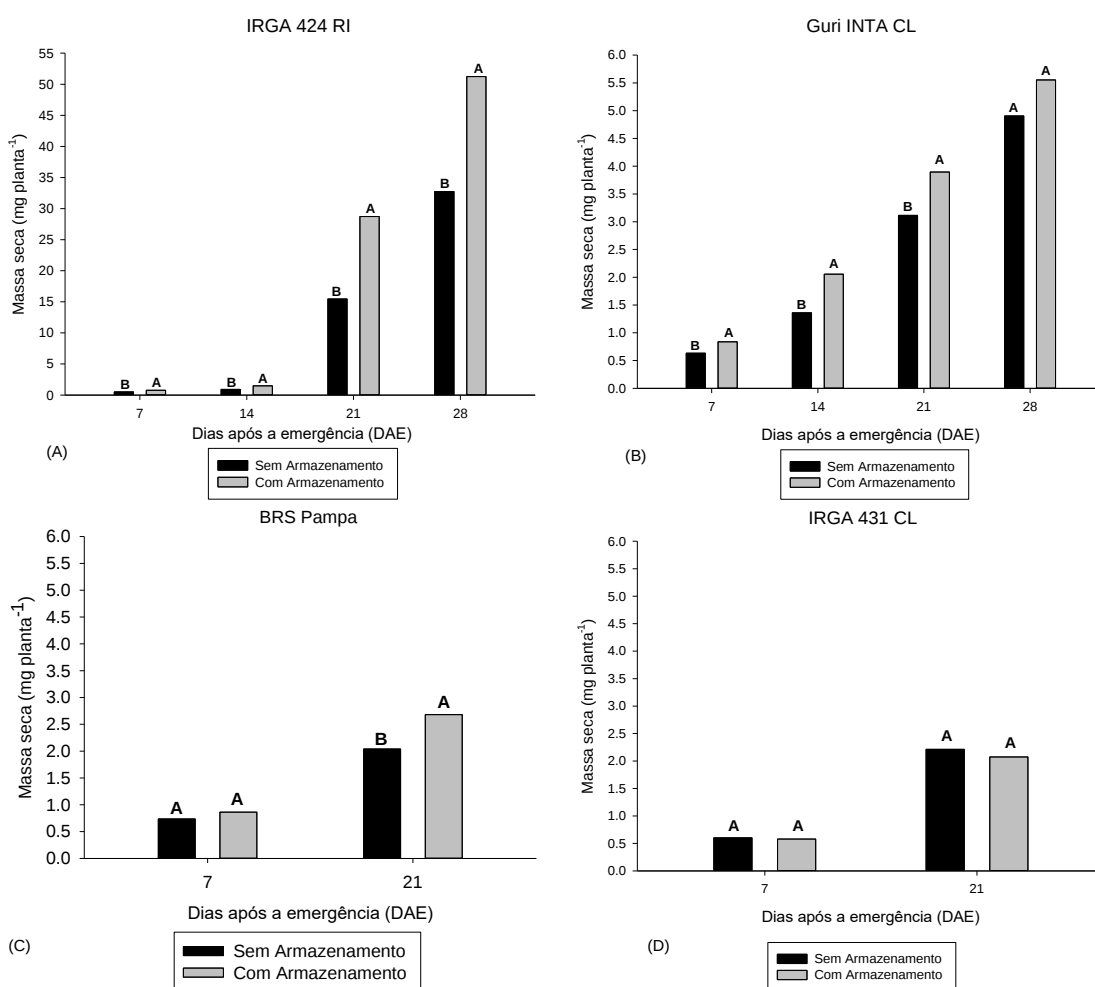


Figura 16. Massa seca (mg) de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI (A) e Guri INTA CL (B) e duas datas de avaliação para as cultivares BRS Pampa (C) e IRGA 431 CL (D). Pelotas, 2021. Barras com

mesma letra, em cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste T a 5% de probabilidade de erro

Na figura 17 estão representadas as equações de regressão das cultivares em distintas datas de avaliação, onde é possível observar os diferentes comportamentos das cultivares para a produção de massa seca quando submetidas a diferentes concentrações de ácido giberélico no tratamento e diferentes manejos das sementes após o tratamento.

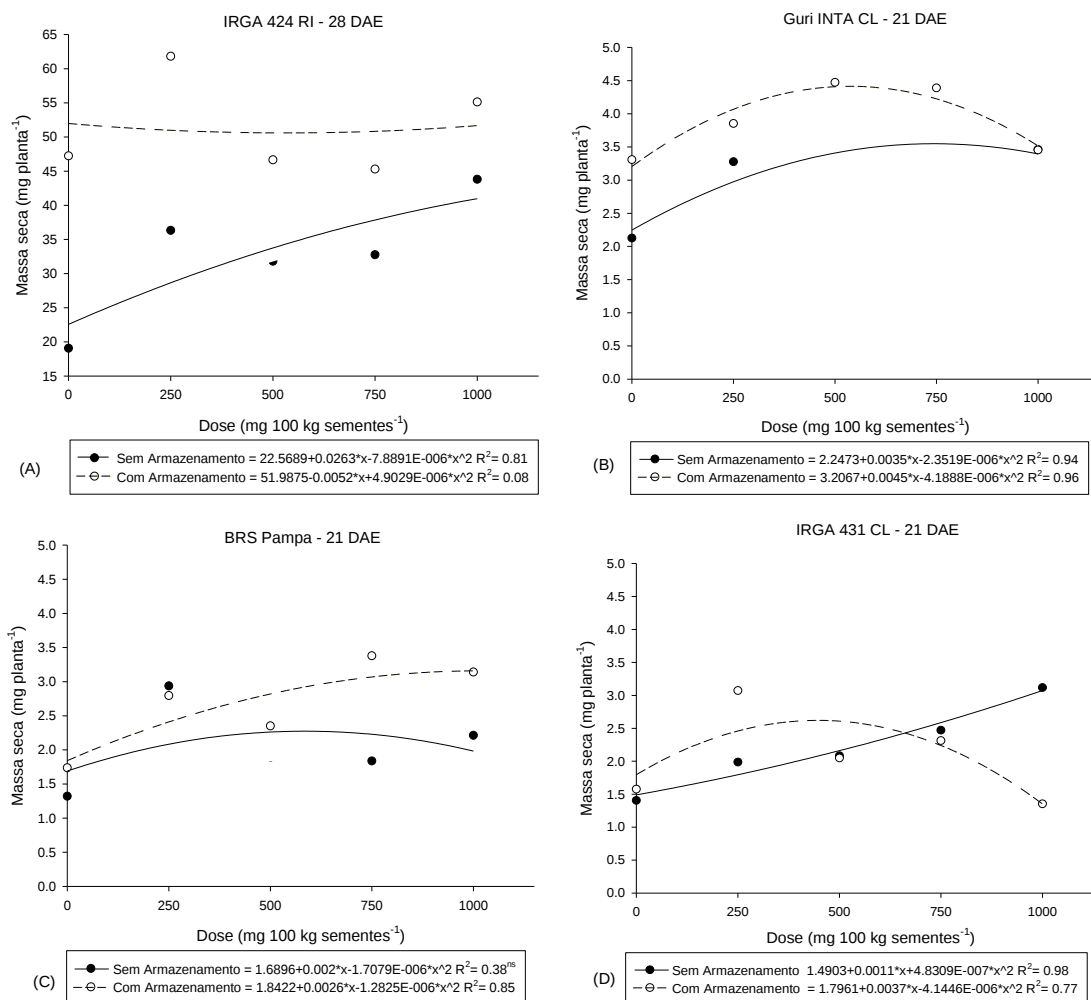


Figura 17. Análise de regressão da variável massa seca (mg) de planta de arroz irrigado sob diferentes doses de ácido giberélico no tratamento de sementes e duas condições de armazenamento. Pelotas, 2021.

As avaliações realizadas aos 28 DAE na cultivar IRGA 424 RI (Figura 17A) mostram que as sementes tratadas e armazenadas tiveram produção de massa seca similares entre si, não sendo influenciadas pelas doses do GA₃ aplicadas junto ao tratamento de sementes. Por outro lado, as sementes que não foram armazenadas demonstraram linha de tendência linear, respondendo em acúmulo

de biomassa conforme aumentou as doses de ac. Giberélico aplicados junto às sementes.

Observando a cultivar GURI INTA CL aos 21 DAE (Figura 17B), na condição sem armazenamento o pico de produção de biomassa ocorreu na dose de 740 mg, sendo que as sementes que passaram pelo período de armazenamento necessitaram de doses menores para obter o máximo crescimento (540 mg de GA₃).

Para a cultivar BRS PAMPA avaliada aos 21 DAE (Figura 17C) tendência linear foi obtida quando as sementes foram expostas ao período de armazenamento, respondendo em acréscimo de biomassa conforme aumentou a dose de AG₃ na semente. Pela simulação, nesta condição, a dose ideal para a máxima produção de biomassa seria de 1000 mg de ácido giberélico. A condição sem armazenamento apresentou equação com baixo R² (0,38), não apresentando resultado satisfatório pra obtenção de um ponto ótimo de dose do ácido giberélico no tratamento de sementes, pois as plantas não responderam ao uso do ac. giberélico.

Comprimento

A análise de variância para crescimento da parte aérea das plantas de arroz irrigado, representado pelo comprimento, está resumido na tabela 10. É possível observar que para o lote de sementes da cultivar IRGA 424 RI houve diferença significativa para o crescimento tanto para a fonte de variação 'condição' quanto para as diferentes doses utilizadas no tratamento de sementes, nas avaliações aos 7, 14 e 21 dias após a emergência das plântulas. Para a cultivar GURI INTA CL, apenas na avaliação aos 7 DAE que a condição de armazenamento influenciou significativamente no crescimento das plantas. Por outro lado, as doses influenciaram significativamente neste crescimento, independente do momento de avaliação (Tabela 10).

Já para a cultivar BRS PAMPA (Tabela 10), houve uma diferença significativa na avaliação de 7 dias após a emergência das plântulas para a fonte de variação condição e na avaliação aos 21 DAE a fonte de variação que diferiu significativamente foram as diferentes doses de ácido giberélico utilizadas no

tratamento de sementes da cultivar. Observa-se, portanto, que a condição de armazenamento na qual as sementes foram submetidas interferiu no crescimento inicial das plantas (7 DAE) e, que posteriormente disso, na avaliação de 21 DAE as diferentes concentrações do ácido giberélico aplicado influenciou para o crescimento da parte aérea nesta cultivar.

A cultivar IRGA 431 CL, nas duas datas de avaliação (7 e 21 DAE) apenas apresentou diferença significativa entre as médias de crescimento das plantas para as diferentes doses de ácido giberélico utilizadas no tratamento de sementes, não sofrendo influência do armazenamento para o crescimento.

Assim, para as quatro cultivares, observa-se que, independentemente das datas de avaliação (7, 14, 21 e 28 DAE), não houve uma interação significativa entre as condições de armazenagem e as doses utilizadas no experimento que influenciassem no crescimento da parte aérea das plantas. Entretanto, a fonte de variação 'condição' foi a única que propiciou diferença significativa de crescimento de plantas aos 7 DAE, mostrando assim, que a condição na qual o lote de semente das distintas cultivares foram expostas (sementes tratadas e semeadas; e sementes tratadas e armazenadas por um período de 30 dias) proporcionaram diferentes comportamentos para o crescimento inicial das plantas.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para a variável crescimento da parte aérea de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.

Quadrado Médio - IRGA 424 RI					
Fonte de Variação	GL	Comprimento (cm planta ⁻¹)			
		7DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Bloco	3	4,7738	0,4100	0,3931	1,7741
Condição	1	22,9371 *	34,9690*	16,218*	2,5452
Dose	4	10,8646 *	31,896*	8,6295*	6,7171
Condição x Dose	4	0,6108	3,0860	2,0964	1,0231
Resíduo	27	1,6924	1,6030	1,0536	2,6921
Total	39	-	-	-	-
CV (%)	-	15,39	13,73	10,16	13,85
Quadrado Médio - GURI INTA CL					
Fonte de Variação	GL	Comprimento (cm planta ⁻¹)			
		7DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Bloco	3	0,533	2,7424	2,7752	1,4425
Condição	1	36,481*	18,6186	17,424	1,4063
Dose	4	13,481*	29,5421*	29,8256*	6,5978*
Condição x Dose	4	5,805	3,7317	2,4113	0,3134
Resíduo	27	2,616	2,7049	1,4729	1,0984
Total	39	-	-	-	-
CV (%)	-	16,38	13,42	9,75	7,66
Quadrado Médio - BRS PAMPA					
Fonte de Variação	GL	Comprimento (cm planta ⁻¹)			
		7DAE		21 DAE	
Bloco	3	0,5134		6,7897	
Condição	1	8,3357*		0,0084	
Dose	4	2,5837		10,5668*	
Condição x Dose	4	0,8415		4,4528	
Resíduo	27	1,2265		2,5384	
Total	39	56,693		148,994	
CV (%)	-	13,47		15,58	
Quadrado Médio - IRGA 431 CL					
Fonte de Variação	GL	Comprimento (cm planta ⁻¹)			
		7DAE		21 DAE	
Bloco	3	0,7576		0,2777	
Condição	1	1,3177		0,5832	
Dose	4	4,7298*		5,9541*	
Condição x Dose	4	4,5494		0,5342	
Resíduo	27	0,749		0,5357	
Total	39	-		-	
CV (%)	-	12,49		8,65	

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; G.L: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; DAE: Dias após a emergência. Condição: Manejos realizados com as sementes tratadas; Dose: Doses de GA₃ utilizadas no tratamento de semente.

A tabela de médias do comprimento da parte aérea (tabela 11) mostra que para a cultivar IRGA 424 RI na primeira e última data de avaliação (7 e 28 DAE)

as diferentes doses utilizadas não proporcionaram diferença significativa no comprimento das plantas nas duas condições analisadas. Na avaliação do décimo quarto dia, independentemente da dose de ácido giberélico aplicado junto às sementes, não influenciou no crescimento das plantas em ambas as condições de armazenamento. Por outro lado, sem aplicação (dose 0) maior crescimento ocorreu nas plantas com período de armazenagem. Na avaliação posterior (21 DAE), comportamento similar de crescimento foi observado, porém, além da não aplicação de GA₃, na menor dose utilizada (250 mg) as plântulas também apresentaram maior crescimento quando expostas à um curto período de armazenamento, em relação a semeadura logo após o tratamento de sementes. De maneira geral, o período de armazenamento foi benéfico para maior crescimento de plantas desta cultivar na primeira, segunda e terceira data de avaliação. Quando analisado a cultivar GURI INTA CL, observa-se que as menores médias de crescimento da parte aérea aconteceram sempre na condição sem armazenamento. Na primeira data de avaliação (7 DAE), diferenças de crescimento ocorreu nas doses de 250 e 750 mg. Na segunda data de avaliação (14 DAE), as doses de 0, 500 e 750mg e, na terceira data de avaliação (21 DAE) as doses de 0 e 500mg foram as que proporcionaram uma menor média de crescimento das plantas. Somente houve diferenças da média geral das duas condições na primeira data de avaliação, novamente com menor desempenho na condição S.A (sem armazenamento).

O crescimento da parte aérea da cultivar BRS PAMPA (Tabela 11) não foi influenciado pelas condições de armazenamento quando analisados as diferentes doses de ácido giberélico utilizado junto ao tratamento de sementes, independente do momento de avaliação. Entretanto, houve diferença significativa de crescimento na média geral na primeira data de avaliação, a qual a condição sem armazenamento proporcionou médias inferiores de crescimento em relação as plantas oriundas das sementes que passaram pelo período de armazenamento.

Ainda na tabela 11, a cultivar IRGA 431 CL sofreu pouca influência no crescimento de plantas, independentemente do tratamento utilizado. Neste sentido, observou-se menor crescimento de plantas apenas na dose de 250mg

na avaliação inicial (7 DAE) e na condição em que as sementes foram semeadas logo após o tratamento químico.

Tabela 11. Médias de comprimento de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas de avaliações sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

Comprimento (mg planta ⁻¹)								
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
IRGA 424 RI	7	S.A	6,0 A	7,3 A	8,1 A	8,3 A	8,7 A	7,7 B
		C.A	7,2 A	8,8 A	10,5 A	9,3 A	10,2 A	9,2 A
	14	S.A	3,9 B	8,1 A	8,9 A	9,5 A	10,7 A	8,2 B
		C.A	7,7 A	10,4 A	10,5 A	11,1 A	11,0 A	10,2 A
	21	S.A	7,0 B	9,2 B	9,7 A	10,3 A	11,1 A	9,5 B
		C.A	9,8 A	11,0 A	10,8 A	10,7 A	11,4 A	10,7 A
	28	S.A	9,8 A	12,7 A	11,4 A	12,3 A	11,7 A	11,6 A
		C.A	10,7 A	12,0 A	12,2 A	12,7 A	12,9 A	12,1 A
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
GURI INTA CL	7	S.A	7,3 A	8,3 B	9,1 A	8,3 B	11,6 A	8,9 B
		C.A	8,4 A	10,7 A	11,7 A	12,2 A	11,1 A	10,8 A
	14	S.A	7,9 B	14,0 A	10,9 B	12,1 B	12,9 A	11,6 A
		C.A	9,9 A	13,2 A	13,7 A	14,0 A	13,9 A	12,9 A
	21	S.A	8,1 B	11,7 A	12,2 B	12,7 A	14,2 A	11,8 A
		C.A	10,7 A	12,1 A	13,7 A	14,8 A	12,2 A	13,1 A
	28	S.A	12,0 A	13,8 A	13,0 A	14,3 A	13,4 A	13,5 A
		C.A	12,8 A	13,9 A	13,3 A	14,2 A	15,1 A	13,9 A
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
BRS PAMPA	7	S.A	7,0 A	8,4 A	8,2 A	7,0 A	8,2 A	7,8 B
		C.A	7,6 A	8,9 A	9,1 A	9,0 A	8,8 A	8,7 A
	21	S.A	8,1 A	12,5 A	9,7 A	10,4 A	10,3 A	10,2 A
		C.A	8,7 A	10,0 A	10,2 A	10,6 A	11,7 A	10,2 A
Cultivar	DAE	Condição	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}_{\text{Média}}$
			0	250	500	750	1000	
IRGA 431 CL	7	S.A	6,4 A	5,4 B	7,6 A	7,8 A	8,5 A	7,1 A
		C.A	5,3 A	7,6 A	7,3 A	6,5 A	7,0 A	6,7 A
	21	S.A	7,0 A	7,7 A	8,1 A	9,3 A	9,5 A	8,3 A
		C.A	7,5 A	8,4 A	8,7 A	9,2 A	9,1 A	8,6 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna são significativamente iguais pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. DAE: Dias após a emergência; S.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico; C.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico + Armazenadas por 30 dias; $\bar{X}_{\text{Média}}$: Valor médio das condições

De modo geral, independente da dose e da cultivar, o comprimento das plantas de arroz irrigado foi menor quando não passaram pelo período de armazenamento após tratamento das sementes. Jurisch; Simonetti & Brondani, (2019) analisando o comprimento de plântulas de soja concluíram que o tratamento de sementes com Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil sessenta dias antes da semeadura, a utilização do mesmo tratamento um dia antes da semeadura não diferiram do comprimento das plântulas da testemunha (sem fungicida e inseticida).

A diferença do comprimento das cultivares de arroz irrigado sob as duas condições e cinco diferentes concentrações de ácido giberélico está demonstrado na figura 18. A cultivar IRGA 424 RI (Figura 18A) obteve diferenças significativas nas médias de crescimento nas avaliações de 7, 14 e 21 DAE, na qual a condição de sementes armazenadas proporcionou um maior crescimento das plantas. A cultivar GURI INTAL CL (Figura 18B) apresentou diferentes médias de crescimento de plantas somente na primeira avaliação (7 DAE), a qual a condição com armazenamento, apresentou melhor resultado de crescimento. Para as demais datas de avaliação, não houve diferença significativa para as médias de crescimento. Este comportamento também aconteceu para a cultivar BRS PAMPA (Figura 18C) na primeira data de avaliação, ocorrendo maior crescimento para as plantas as quais as sementes passaram pela etapa de armazenamento após o tratamento com o regulador de crescimento e produtos químicos. Ainda, ao vigésimo primeiro dia, o comprimento das plantas não se distinguiu em relação a condição de armazenamento.

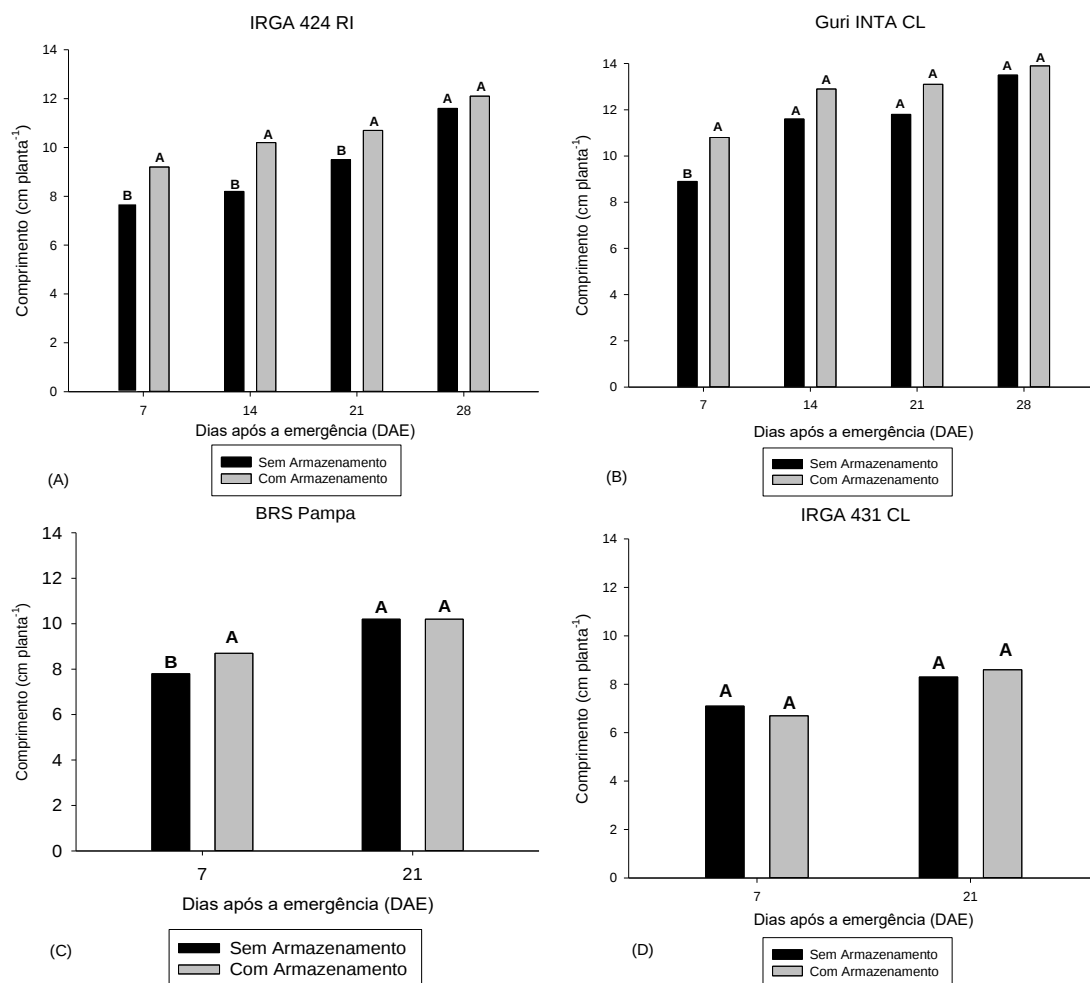


Figura 18. Médias de crescimento das plantas de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI (A) e Guri INTA CL (B) e duas datas de avaliação para as cultivares BRS Pampa (C) e IRGA 431 CL (D). Pelotas, 2021. Barras com mesma letra, em cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de T a 5% de probabilidade de erro.

Na cultivar IRGA 431 CL, o crescimento de plantas não sofreu influência do armazenamento. De modo geral, o regulador de crescimento ácido giberélico (GA_3) apresentou resultados mais contrastantes para as cultivares nas primeiras avaliações (7 e 14 DAE).

Na análise de regressão sobre o comportamento de crescimento da cultivar IRGA 424 RI (Figura 19) sob as cinco doses de ácido giberélico utilizadas juntamente ao tratamento com fungicida e inseticida mostra um acentuado crescimento das plantas na menor dose utilizando o ácido giberélico (250 mg) em comparação a dose 0mg ao sétimo dia após a emergência das plântulas. Comportamento que também aconteceu nas demais datas de avaliação.

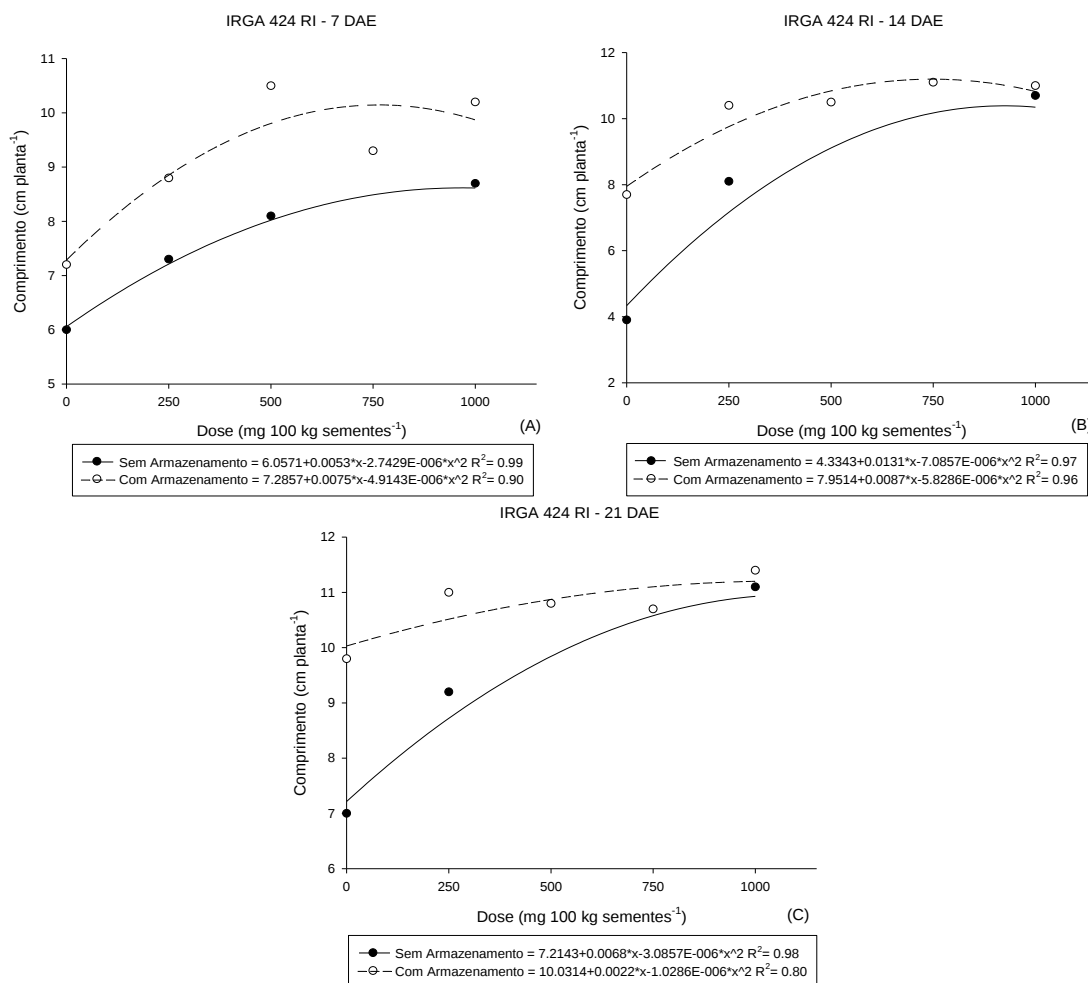


Figura 19. Comprimento da parte aérea plantas de arroz irrigado da cultivar IRGA 424 RI. Pelotas, 2021.

Através do desdobramento das equações é possível atingir o ponto de máximo crescimento das plantas em cada condição nas datas de avaliação. As sementes que não passaram pelo processo de armazenamento necessitam de uma concentração maior de ácido giberélico (966 mg – 7 DAE; 924 mg – 14 DAE para atingir o ponto de máximo crescimento, em comparação as sementes que passaram pela etapa de armazenamento (763mg – 7DAE; 746mg – 14 DAE). A dose de 1000 mg de GA₃ proporcionou um maior crescimento das plantas na avaliação de 21 DAE para ambas as condições. Assim, percebe-se que altas doses de aplicação do ácido giberélico junto ao tratamento de sementes foi vantajoso para incrementar o crescimento nesta cultivar.

A cultivar Guri INTA CL respondeu significativamente nas quatro datas de avaliação para a equação de regressão (Figura 20). A condição sem

armazenamento na avaliação aos 7 DAE (Figura 20A) e a condição com armazenamento aos 28 DAE (Figura 20D) apresentaram comportamento oposto das demais datas, pois o crescimento da planta respondeu significativamente a dose do regulador vegetal utilizada, comprovando pela inclinação da linha de tendência nos gráficos. Já para as demais equações, é possível obter uma dose ótima para cada data de avaliação e condição que as sementes foram submetidas, ou seja, as plantas responderam em crescimento até uma certa dose, depois disto não adianta aumentar a dose de produto que não irá responder em crescimento.

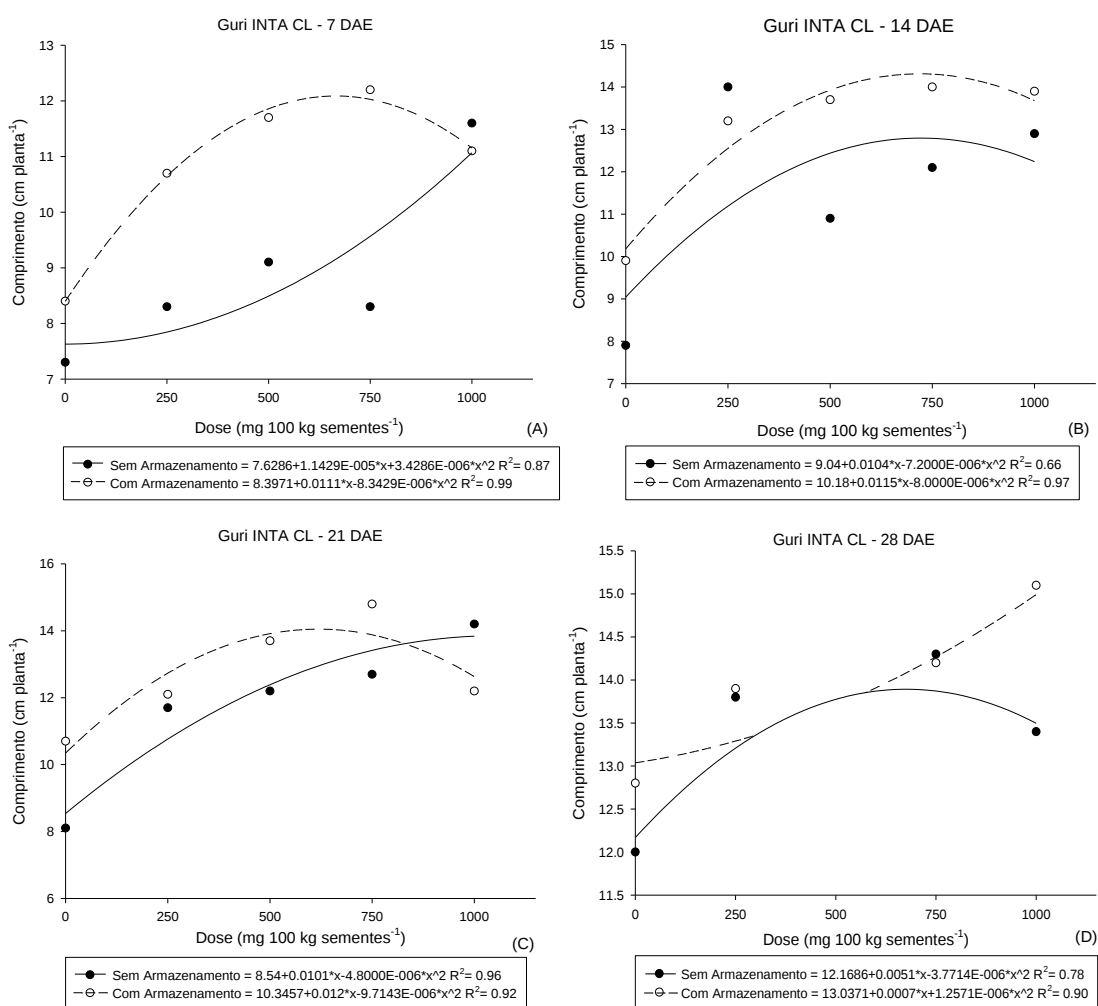


Figura 20. Comprimento da parte aérea de plantas de arroz irrigado da cultivar IRGA Guri INTA CL. Pelotas, 2021.

A cultivar BRS PAMPA (Figura 21) apresentou diferenças entre as doses analisadas apenas ao vigésimo primeiro dia após a emergência das plântulas. Assim como para as demais cultivares é notório a resposta que a cultivar

apresentou com a utilização de apenas 250 mg de ácido giberélico juntamente ao tratamento com fungicida e inseticida, em relação a não aplicação do produto, principalmente na condição sem armazenamento. A condição com armazenamento apresentou resposta positiva com o incremento das doses utilizadas, já a condição sem armazenamento, proporcionou um maior crescimento quando utilizado a dose de 572 mg de GA₃.

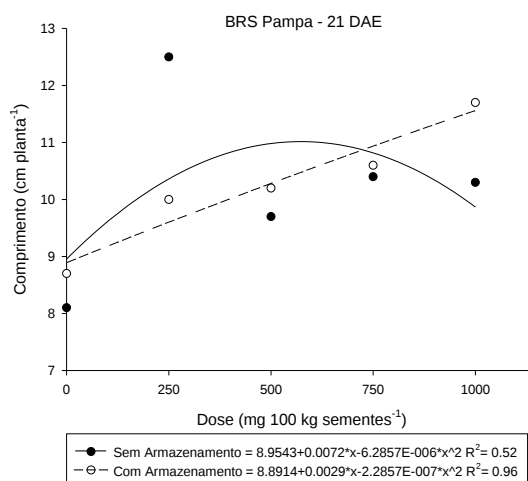


Figura 21. Comportamento do comprimento da parte aérea de plantas de arroz irrigado da cultivar BRS PAMPA submetidos a diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

A cultivar IRGA 431 CL (Figura 22) apresentou uma redução no comprimento das plantas com a utilização da dose de 250 mg na primeira data de avaliação (Figura 22A) para a condição sem armazenamento das sementes tratadas. Entretanto, a linha de tendência desta condição, mostrou que a cultivar IRGA 431 CL apresentou resposta para a utilização do ácido giberélico nas maiores doses de produto no tratamento das sementes para a variável crescimento das plântulas, pois, na avaliação de 21 DAE (Figura 22B) a condição sem armazenamento também apresentou o mesmo comportamento, uma linha de tendência linear, onde o incremento da concentração de ácido giberélico proporciona maiores crescimentos de plantas.

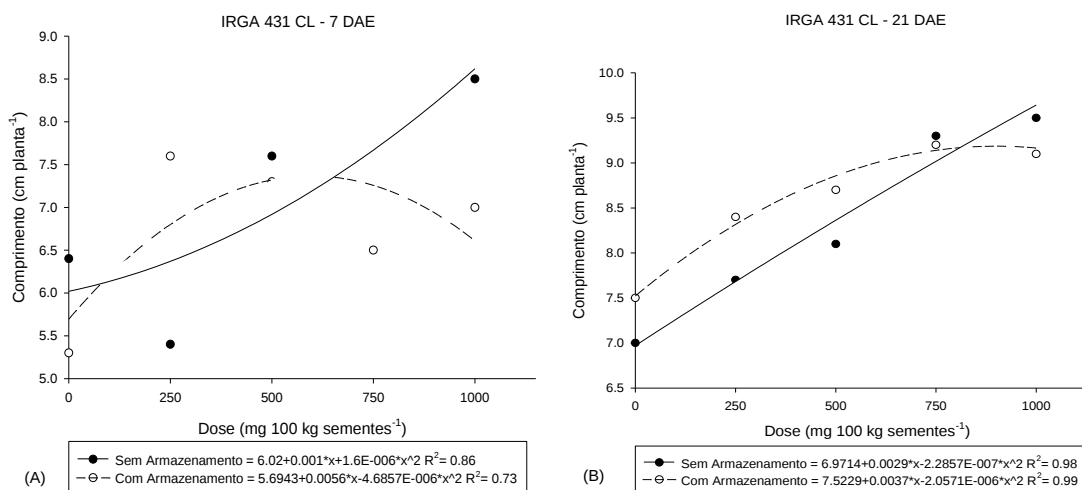


Figura 22. Comportamento do comprimento da parte aérea de plantas de arroz irrigado da cultivar IRGA 431 CL submetidos a diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

Já a condição das sementes tratadas com ácido giberélico juntamente com fungicida e inseticida, e armazenadas pelo período de trinta dias, proporcionaram um maior crescimento de plantas nas doses de 597 e 899 mg para as avaliações de 7 e 21 DAE, respectivamente.

Taxa de Crescimento da Cultura

Mediante a tabela do resumo da análise de variância para a variável taxa de crescimento da cultura (Tabela 12) é possível analisar que para a cultivar IRGA 424 RI houve diferença significativa somente para as condições as quais os lotes de sementes foram submetidos quando analisado aos 7, 14 e 21 dias após a emergência das plântulas. Após essas avaliações, a taxa de crescimento das plantas não sofreu influência condição de armazenamento. As diferentes doses utilizadas não influenciaram na taxa de crescimento desta cultivar.

Já para a cultivar Guri INTA CL (Tabela 12), as diferentes doses de ácido giberélico influenciaram somente aos 21 dias após a emergência das plântulas a taxa de crescimento da cultura. As diferentes condições nas quais o lote de semente foi submetido expressaram diferentes médias na taxa de crescimento inicial aos 7 e 14 dias após a emergência (DAE) das plântulas.

Tabela 12. Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.

Quadrado Médio - IRGA 424 RI					
Fonte de Variação	GL	Taxa de Crescimento (mg.pl ⁻¹ dia ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28DAE
Bloco	3	2,24E ⁻⁰³	1,29E ⁻⁰³	1,266	1,9329
Condição	1	14,32E ^{-03*}	19,74E ^{-03*}	32,853*	5,5586
Dose	4	9,91E ⁻⁰⁴	2,96E ⁻⁰³	0,822	5,5636
Condição*Dose	4	3,62E ⁻⁰⁴	3,06E ⁻⁰³	1,816	0,1096
Resíduo	27	5,06E ⁻⁰⁴	1,68E ⁻⁰³	1,144	2,3784
Total	39	-	-	-	-
CV(%)	-	24,65	52,22	35,82	54,26
Quadrado Médio - GURI INTA CL					
Fonte de Variação	GL	Taxa de Crescimento da Cultura (mg.pl ⁻¹ dia ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Bloco	3	2,81E ⁻⁰⁴	6,39E ⁻⁰³	6,14E ⁻⁰³	6,62E ⁻⁰³
Condição	1	8,62E ⁻⁰³	4,90E ^{-02*}	1,45E ⁻⁰³	3,61E ⁻⁰³
Dose	4	5,66E ⁻⁰⁴	4,00E ⁻⁰³	2,88E ^{-02*}	4,72E ⁻⁰²
Condição*Dose	4	1,28E ⁻⁰³	2,19E ⁻⁰³	1,17E ⁻⁰²	1,58E ⁻⁰²
Resíduo	27	6,40E ⁻⁰⁴	2,17E ⁻⁰³	9,30E ⁻⁰³	2,28E ⁻⁰²
Total	39	-	-	-	-
CV(%)	-	24,11	33,58	37,54	61,38
Quadrado Médio - BRS PAMPA					
Fonte de Variação	GL	Taxa de Crescimento (mg.pl ⁻¹ dia ⁻¹)			
		7 DAE		21 DAE	
Bloco	3	13,83E ⁻⁰⁴		66,74E ⁻⁰⁴	
Condição	1	33,19E ^{-04*}		134,51E ^{-04*}	
Dose	4	22,56E ^{-04*}		99,24E ^{-04*}	
Condição*Dose	4	5,00E ⁻⁰⁴		29,66E ⁻⁰⁴	
Resíduo	27	6,66E ⁻⁰⁴		25,18E ⁻⁰⁴	
Total	39	-		-	
CV(%)	-	22,61		45,00	
Quadrado Médio - IRGA 431 CL					
Fonte de Variação	GL	Taxa de Crescimento (mg.pl ⁻¹ dia ⁻¹)			
		7 DAE		21 DAE	
Bloco	3	5,23E ⁻⁰⁴		5,82E ⁻⁰⁴	
Condição	1	9,70E ⁻⁰⁵		7,11E ⁻⁰⁴	
Dose	4	2,57E ⁻⁰⁴		64,41E ^{-04*}	
Condição*Dose	4	10,91E ⁻⁰⁴		86,04E ^{-04*}	
Resíduo	27	1,93E ⁻⁰⁴		9,19E ⁻⁰⁴	
Total	39	-		-	
CV(%)	-	16,43		27,36	

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; G.L: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; DAE: Dias após a emergência. Condição: Manejo que as sementes foram submetidas no tratamento das sementes; Dose: Diferentes concentrações de ácido giberélico no tratamento de sementes.

Ainda na tabela 12, para o lote de sementes da cultivar IRGA 431 CL, as doses de ácido giberélico influenciaram na taxa de crescimento da cultura somente para avaliação aos 21 dias após a emergência das plântulas. Por outro lado, a condição de armazenamento pelas quais as sementes foram expostas influenciou na taxa de crescimento independente do momento de avaliação. Além disso, aos 21 DAE percebe-se interação condição x dose influenciando na taxa de crescimento da cultura.

As médias realizadas pelo teste t da variável taxa de crescimento das cultivares está demonstrativo na tabela 13. É possível analisar para a cultivar IRGA 424 RI, que independente da data de avaliação, a menor taxa média de crescimento ocorreu nas plantas oriundas das sementes tratadas com ácido giberélico + fungicida e inseticida e semeadas no outro dia (S.A), sem passar pelo processo de armazenamento pelo período de trinta dias. Este comportamento somente não ocorreu para a avaliação de 28 DAE, onde a condição de armazenamento não influenciou na taxa de crescimento. Na avaliação de 7 DAE, as doses de 0 e 500mg apresentaram menores resultados da taxa de crescimento, na avaliação de 14 DAE, as doses de 250 e 750mg e na avaliação de 21 DAE as doses iniciais que apresentaram uma menor taxa de crescimento (0 e 250mg), sempre na condição sem armazenamento. A cultivar GURI INTA CL, também apresentou menores taxa de crescimento médio para a condição sem armazenamento (S.A) para as avaliações de 7 e 14 DAE, sem diferença entre as condições nas avaliações subsequentes. Na avaliação aos 7 DAE, as doses de 250 e 750 mg de GA₃ e na avaliação aos 14 DAE a dose de 250 mg de GA₃ foram as que obtiveram menor taxa de crescimento, quando as sementes não passaram pelo armazenamento.

Tabela 13. Médias da taxa de crescimento da cultura de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

Taxa de Crescimento da Cultura (mg.pl-1dia-1)								
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
IRGA 424 RI	7	S.A	0,0458 B	0,0743 A	0,0781 B	0,0823 A	0,0808 A	0,0722 B
		C.A	0,0985 A	0,1173 A	0,1244 A	0,1051 A	0,1052 A	0,1101 A
	14	S.A	0,0374 A	0,0350 B	0,0594 A	0,0672 B	0,0831 A	0,0564 B
		C.A	0,0941 A	0,1129 A	0,0593 A	0,1448 A	0,0890 A	0,1008 A
	21	S.A	1,1853 B	2,2042 B	2,4945 A	2,2154 A	2,2981 A	2,0795 B
		C.A	4,2944 A	4,7437 A	3,7377 A	3,1573 A	3,5271 A	3,8920 A
	28	S.A	1,4539 A	2,8739 A	1,9103 A	2,3128 A	3,7971 A	2,4696 A
		C.A	2,2610 A	3,8568 A	2,7439 A	3,0607 A	4,1535 A	3,2152 A
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
Guri INTA CL	7	S.A	0,0857 A	0,0797 B	0,0882 A	0,0744 B	0,1235 A	0,0902 B
		C.A	0,1056 A	0,1243 A	0,1259 A	0,1281 A	0,1131 A	0,1196 A
	14	S.A	0,0808 A	0,1230 B	0,0882 A	0,1377 A	0,0892 A	0,1038 B
		C.A	0,1511 A	0,2251 A	0,1640 A	0,1526 A	0,1765 A	0,1739 A
	21	S.A	0,1368 A	0,2651 A	0,2871 A	0,2837 A	0,2819 A	0,2509 A
		C.A	0,2150 A	0,2009 A	0,3490 A	0,3464 A	0,2036 A	0,2630 A
	28	S.A	0,3520 A	0,3000 A	0,2250 A	0,1517 A	0,2528 A	0,2557 A
		C.A	0,1969 A	0,3919 A	0,2237 A	0,1191 A	0,2520 A	0,2336 A
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
BRS Pampa	7	S.A	0,0995 A	0,1382 A	0,1123 A	0,0908 A	0,0843 A	0,1050 A
		C.A	0,1080 A	0,1472 A	0,1154 A	0,1287 A	0,1168 A	0,1232 A
	21	S.A	0,0445 A	0,1406 A	0,0790 A	0,0857 A	0,1158 A	0,0931 A
		C.A	0,0700 A	0,1260 A	0,1102 A	0,1769 A	0,1659 A	0,1298 A
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
IRGA 431 CL	7	S.A	0,0924 A	0,0723 B	0,0890 A	0,0797 A	0,0970 A	0,0749 A
		C.A	0,0706 B	0,1079 A	0,0875 A	0,0727 A	0,0761 B	0,0419 B
	21	S.A	0,0541 A	0,1057 B	0,1042 A	0,1367 A	0,1742 A	0,1002 A
		C.A	0,0773 A	0,1655 A	0,1026 A	0,1289 A	0,0585 B	0,0538 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna são significativamente iguais pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. DAE: Dias após a emergência; S.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico; C.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico + Armazenadas por 30 dias; $\bar{X}$ Média: Valor médio das condições

A cultivar BRS PAMPA (Tabela 13) não sofreu influência de nenhum tratamento sobre sua taxa de crescimento. Portanto, para esta cultivar, tanto as

doses de ácido giberélico aplicados junto ao tratamento de sementes, quanto o período ou não de armazenamento não propiciaram melhor ou pior desempenho das plantas. A cultivar IRGA 431 CL na avaliação aos 7 DAE, apresentou menor taxa de crescimento da cultura para a condição sem armazenamento na dose de 250 mg de GA₃ e, na condição com armazenamento para as doses de 0 e 1000 mg de ácido giberélico. Já na avaliação de 21 DAE, para as sementes sem armazenamento produziu uma menor taxa de crescimento na dose de 250 mg e sob a condição com armazenamento, a maior dose de ácido giberélico (1000 mg) proporcionou reduzida taxa de crescimento para as plantas. A aplicação de bioestimulante incrementa a taxa de crescimento da cultura em plantas de girassol, segundo trabalho realizado por Dos Santos, et al, (2018). A comparação das médias entre as duas condições sobre as datas de avaliação está demonstrada na figura 23. A cultivar IRGA 424 RI (Figura 23A) apresentou diferença nas médias da taxa de crescimento entre as condições para as datas de 7, 14 e 21 DAE a qual a condição de plantas oriundas de sementes tratadas e armazenadas apresentaram maiores taxas de crescimento. É expressivo a variação entre a data de 14 e 21 DAE, pois nota-se que houve um incremento entre 4 e 8 vezes maior para as condições sem e com armazenamento, a qual passaram de $<0,5 \text{ mg.pl}^{-1}\text{dia}^{-1}$ para aproximadamente 2,0 e 4,0 $\text{mg.pl}^{-1}\text{dia}^{-1}$, respectivamente.

A cultivar GURI INTA CL (Figura 23B) apresentou diferença entre as condições para as avaliações de 7 e 14 dias após a emergência das plântulas, na qual a condição de plantas provindas de sementes tratadas e armazenadas proporcionaram uma maior taxa de crescimento. A cultivar IRGA 431 CL (Figura 23C) apresentou comportamento diferente, onde a maior taxa de crescimento foi favorecida nas plantas que se originaram de sementes que foram tratadas e posteriormente semeadas.

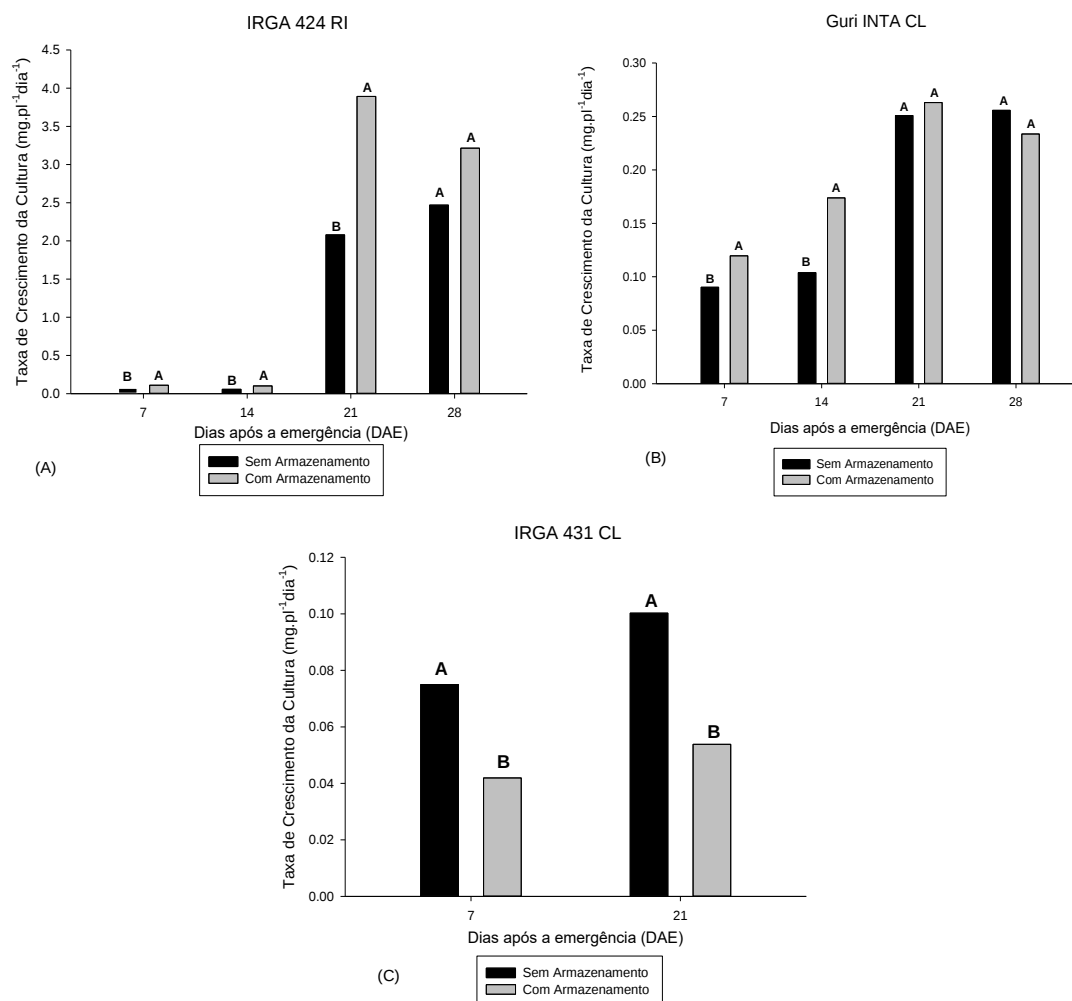


Figura 23. Comparação das médias da taxa de crescimento das plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI e GURI INTA CL e duas datas de avaliação para as cultivares BRS PAMPA e IRGA 431 CL. Pelotas, 2021. Barras com mesma letra, em cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de T a 5% de probabilidade de erro

A TCC apresenta um aumento inicial chegando até seus valores máximos, posteriormente, essa taxa decresce conforme a maturação das plantas devido à paralisação do crescimento vegetativo, perda de folhas e senescência (ZUCARELI et al., 2010). Mas como foi avaliado somente a fase vegetativa inicial das plantas de arroz, essa variação de acúmulo da taxa de crescimento da cultura pode ser explicado pelo aumento da competição intraespecífica pelos principais fatores ambientais responsáveis pelo crescimento (BENINCASA, 2003).

Na figura 24 é demonstrado o comportamento das cultivares sobre as diferentes doses de ácido giberélico utilizado no tratamento das sementes

através das equações de regressão. A cultivar GURI INTA CL (Figura 24A) apresentou resposta para as doses na avaliação de 21 DAE para a variável taxa de crescimento da cultura. Observa-se que o aumento da dose resultou ao incremento da taxa de crescimento até as doses de 612 e 536mg para as condições sem e com armazenamento das sementes, após dessas concentrações, começou a retardar a taxa de crescimento das plantas.

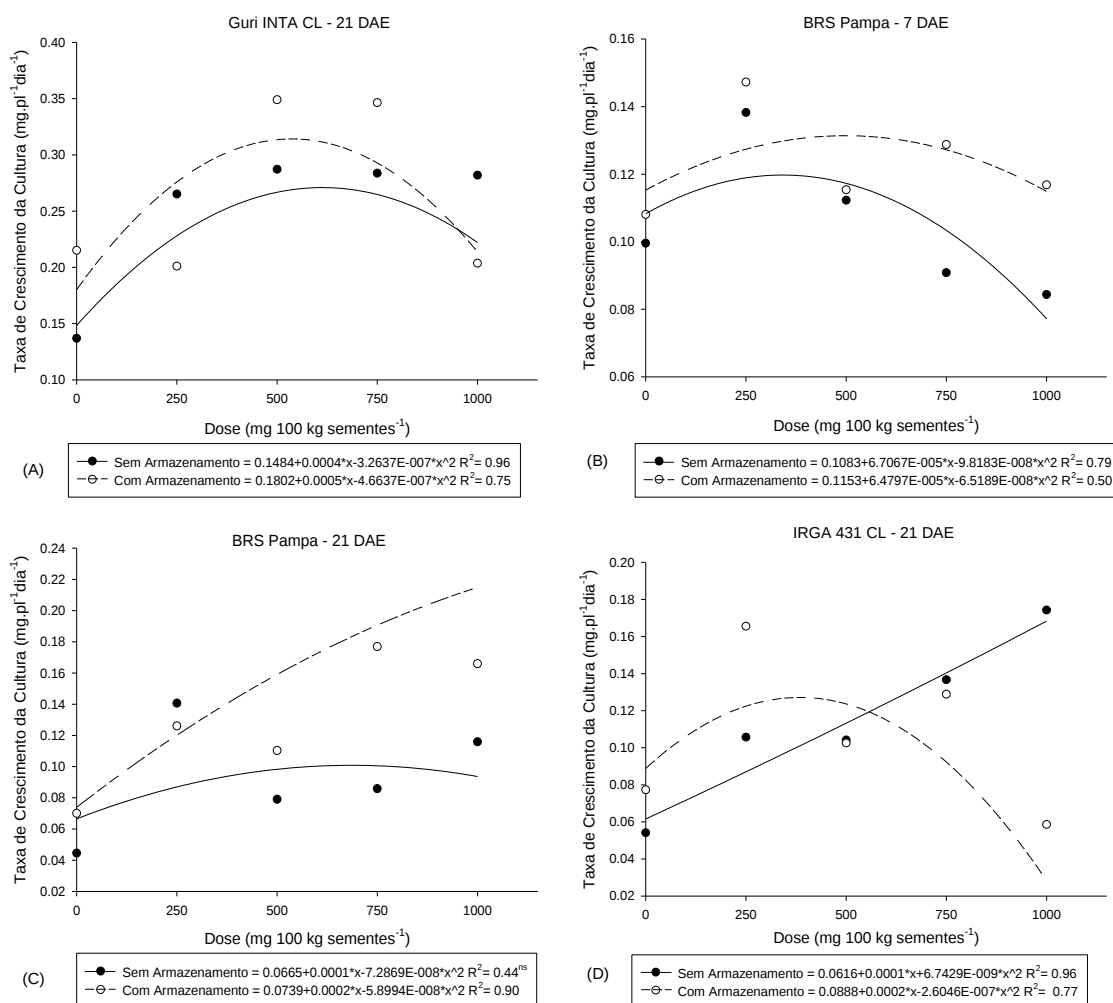


Figura 24. Análise de regressão da taxa de crescimento das plantas de arroz irrigado em duas condições de manejo das sementes tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

A mesma situação aconteceu para a cultivar BRS PAMPA na avaliação de 7 DAE (Figura 24B). Para esta cultivar, o limiar máximo de acúmulo na taxa de crescimento ocorreu nas doses de 341 e 496 mg de ácido giberélico sem e com armazenamento, respectivamente. Na avaliação de 21 DAE, nesta mesma cultivar (Figura 24C) a condição com armazenamento das sementes tratadas

pelo período de 30 dias proporcionou que a TCC ocorresse na maior dose de ácido giberélico utilizada (1000 mg).

Já para a cultivar IRGA 431 CL avaliada aos 21 DAE (Figura 24D) a condição sem armazenamento proporcionou através da equação de regressão, que chegasse a uma dose de ácido giberélico ideal em 383mg. Já a condição das sementes armazenadas proporcionou uma linha de tendência de crescimento, com a dose de 1000 mg com maiores taxa de crescimento da cultivar ao 21 DAE.

Taxa de Crescimento Relativo

Na análise de variância da taxa de crescimento relativo (TCR), tabela 14, para a cultivar IRGA 424 RI, nota-se que a condição de armazenamento influenciou apenas na avaliação aos 7 DAE. Além disso, as doses de GA₃ aplicados junto ao tratamento não apresentaram nenhuma resposta significativa, independente do momento de avaliação das plântulas. Assim como para a cultivar IRGA 424 RI, resultados similares foram obtidos pela cultivar GURI INTA CL, entretanto a condição de armazenamento influenciou a taxa de crescimento relativo também aos 21 DAE, além dos 7 DAE. Por outro lado, novamente não ocorreu o favorecimento ou até mesmo desfavorecimento das diferentes doses do ácido giberélico utilizado para auxiliar na TCR das plantas.

A cultivar IRGA 424 RI na comparação entre as condições (Tabela 15), apresentou diferentes médias somente na primeira data de avaliação (7 DAE), onde as sementes que não receberam o ácido giberélico (dose 0 mg) juntamente com o tratamento químico (inseticida + fungicida) apresentaram menor taxa de crescimento relativo das plantas na condição com armazenamento (C.A). Mesmo comportamento ocorreu com a dose de 500 mg, novamente na condição C.A apresentando menor taxa de crescimento relativo. Nas demais datas de avaliações (14, 21 e 28 DAE) a taxa de crescimento relativo não apresentou diferença significativa nas doses analisadas sob as duas condições, nem mesmo na média geral. Já a cultivar GURI INTA CL, apresentou uma menor taxa de crescimento relativo na média geral das plantas na condição com armazenamento nas datas de 7 e 21 DAE. Além disso, menor crescimento

relativo foi obtido nas doses de 250 e 750 mg de GA₃ na primeira data de avaliação (7 DAE), novamente nas plantas que passaram pelo período de armazenamento.

Tabela 14. Resumo da análise de variância para a variável taxa de crescimento relativo de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.

Quadrado Médio - IRGA 424 RI					
Fonte de Variação	GL	Taxa de Crescimento Relativo (mg. g ⁻¹ dia ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28DAE
Bloco	3	5,55E ⁻⁰³	39,29E ⁻⁰⁴	26,09E ⁻⁰⁴	43,50E ⁻⁰⁴
Condição	1	43,12E ⁻⁰³ *	6,53E ⁻⁰⁴	56,98E ⁻⁰⁴	87,59E ⁻⁰⁴
Dose	4	3,57E ⁻⁰³	18,24E ⁻⁰⁴	55,76E ⁻⁰⁴	25,26E ⁻⁰⁴
Condição*Dose	4	2,28E ⁻⁰³	16,09E ⁻⁰⁴	29,39E ⁻⁰⁴	14,01E ⁻⁰⁴
Resíduo	27	1,97E ⁻⁰³	24,17E ⁻⁰⁴	30,79E ⁻⁰⁴	30,80E ⁻⁰⁴
Total	39	-	-	-	-
CV(%)	-	59,69	55,13	13,55	55,78
Quadrado Médio - GURI INTA CL					
Fonte de Variação	GL	Taxa de Crescimento Relativo (mg. g ⁻¹ dia ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Bloco	3	4,73E ⁻⁰⁴	14,01E ⁻⁰⁴	12,79E ⁻⁰⁴	2,04E ⁻⁰⁴
Condição	1	17,89E ⁻⁰³ *	27,23E ⁻⁰⁴	66,54E ⁻⁰⁴ *	23,18E ⁻⁰⁴
Dose	4	1,04E ⁻⁰³	19,15E ⁻⁰⁴	26,95E ⁻⁰⁴	33,19E ⁻⁰⁴
Condição*Dose	4	2,56E ⁻⁰³	27,93E ⁻⁰⁴	9,52E ⁻⁰⁴	11,76E ⁻⁰⁴
Resíduo	27	1,24E ⁻⁰³	19,44E ⁻⁰⁴	11,19E ⁻⁰⁴	16,45E ⁻⁰⁴
Total	39	-	-	-	-
CV(%)	-	70,79	36,68	32,46	68,32
Quadrado Médio - BRS PAMPA					
Fonte de Variação	GL	Taxa de Crescimento Relativo (mg. g ⁻¹ dia ⁻¹)			
		7 DAE	21 DAE		
Bloco	3	2,92E ⁻⁰³	6,73E ⁻⁰⁴		
Condição	1	5,59E ⁻⁰³	7,68E ⁻⁰⁴		
Dose	4	3,54E ⁻⁰³ *	32,23E ⁻⁰⁴ *		
Condição*Dose	4	1,44E ⁻⁰³	2,73E ⁻⁰⁴		
Resíduo	27	1,13E ⁻⁰³	9,59E ⁻⁰⁴		
Total	39	-	-		
CV(%)	-	90,16	42,27		
Quadrado Médio - IRGA 431 CL					
Fonte de Variação	GL	Taxa de Crescimento Relativo (mg. g ⁻¹ dia ⁻¹)			
		7 DAE	21 DAE		
Bloco	3	13,92E ⁻⁰⁴	2,16E ⁻⁰⁴		
Condição	1	3,86E ⁻⁰⁴	1,03E ⁻⁰⁵		
Dose	4	6,12E ⁻⁰⁴ *	19,41E ⁻⁰⁴ *		
Condição*Dose	4	28,78E ⁻⁰⁴	12,76E ⁻⁰⁴ *		
Resíduo	27	5,38E ⁻⁰⁴	2,62E ⁻⁰⁴		
Total	39	-	-		
CV(%)	-	29,80	18,15		

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; G.L: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; DAE: Dias após a emergência.

A cultivar BRS PAMPA, não apresentou nenhuma média diferente nas doses utilizadas sobre as duas condições e em nenhuma data de avaliação. Neste sentido, nenhum tratamento proporcionou diferença na taxa de crescimento relativo das plantas nesta cultivar. Já a cultivar IRGA 431 CL, apresentou menor taxa de crescimento relativo na condição das sementes sem armazenamento, quando não foi aplicado ácido giberélico no tratamento (0 mg) e na dose com maior concentração de ácido giberélico (1000 mg) na primeira data de avaliação (7 DAE). Ainda nesta primeira avaliação, na condição com armazenamento, houve uma menor taxa de crescimento relativo na dose de 250 mg de GA₃. Na avaliação realizada ao 21 DAE, somente houve diferença significativa entre as condições de armazenagem na maior dose de ácido giberélico utilizada no tratamento de semente, a qual a condição de sementes tratadas e armazenadas pelo período de trinta dias produziram menores valores da taxa de crescimento relativo.

Com o aumento da massa acumulada pela planta, ocorre aumento da necessidade de fotoassimilados para a manutenção dos órgãos já formados. Assim, a quantidade de fotoassimilados disponível para o crescimento (TCR) tende a ser menor (BENINCASA, 2003).

A TCR indica a eficiência de uma planta em produzir novo material. Dessa forma é possível a comparação das médias da taxa de crescimento relativo das plantas sob as duas condições e quatro datas de avaliação estão demonstradas na figura 25. A cultivar IRGA 424 RI (Figura 25A) apresentou diferença somente na primeira data de avaliação (7 DAE), onde a condição das sementes sem armazenamento proporcionou uma maior taxa de crescimento relativo. Ao vigésimo primeiro dia de avaliação após a emergência das plântulas ocorreu significativo acúmulo na taxa de crescimento relativo das plantas para ambas as condições de manejo do tratamento das sementes, praticamente quadriplicou a taxa e posteriormente na quarta avaliação diminuiu novamente.

Tabela 15. Teste de médias da taxa de crescimento relativo de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

Taxa de Crescimento Relativo (mg.g ⁻¹ dia ⁻¹)								
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
IRGA 424 RI	7	S.A	0,1660 A	0,1152 A	0,0886 A	0,0820 A	0,0844 A	0,1072 A
		C.A	0,0554 B	0,0293 A	0,0232 B	0,0519 A	0,0481 A	0,0416 B
	14	S.A	0,0867 A	0,0766 A	0,0779 A	0,0836 A	0,1007 A	0,0851 A
		C.A	0,0924 A	0,0961 A	0,0556 A	0,1334 A	0,0884 A	0,0932 A
	21	S.A	0,3698 A	0,4330 A	0,4249 A	0,3782 A	0,3821 A	0,3976 A
		C.A	0,4538 A	0,4380 A	0,4364 A	0,3617 A	0,4174 A	0,4214 A
	28	S.A	0,1262 A	0,1163 A	0,0765 A	0,1125 A	0,1398 A	0,1142 A
		C.A	0,0564 A	0,0815 A	0,0792 A	0,0933 A	0,1128 A	0,0846 A
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
Guri INTA CL	7	S.A	0,0757 A	0,0858 A	0,0731 A	0,0957 A	0,0244 A	0,0709 A
		C.A	0,0439 A	0,0232 B	0,0200 A	0,0174 B	0,0386 A	0,0286 B
	14	S.A	0,0899 A	0,1352 A	0,1027 A	0,1521 A	0,0798 A	0,1119 A
		C.A	0,1271 A	0,1486 A	0,1176 A	0,1105 A	0,1384 A	0,1284 A
	21	S.A	0,0890 A	0,1098 A	0,1382 A	0,1211 A	0,1215 A	0,1159 A
		C.A	0,0861 A	0,0623 A	0,1156 A	0,1142 A	0,0724 A	0,0901 B
	28	S.A	0,1049 A	0,0807 A	0,0541 A	0,0379 A	0,0571 A	0,0669 A
		C.A	0,0486 A	0,0810 A	0,0411 A	0,0258 A	0,0620 A	0,0517 A
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
BRS Pampa	7	S.A	0,0522 A	0,0048 A	0,0358 A	0,0702 A	0,0831 A	0,0492 A
		C.A	0,0405 A	0,0010 A	0,0401 A	0,0172 A	0,0312 A	0,0256 A
	21	S.A	0,0348 A	0,0781 A	0,0579 A	0,0754 A	0,0980 A	0,0688 A
		C.A	0,0520 A	0,0722 A	0,0756 A	0,0922 A	0,0960 A	0,0776 A
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
IRGA 431 CL	7	S.A	0,0626 B	0,0977 A	0,0735 A	0,0845 A	0,0555 B	0,0747 A
		C.A	0,1022 A	0,0432 B	0,0710 A	0,0977 A	0,0906 A	0,0809 A
	21	S.A	0,0512 A	0,0961 A	0,0872 A	0,1057 A	0,1079 A	0,0896 A
		C.A	0,0800 A	0,1016 A	0,0865 A	0,1081 A	0,0668 B	0,0886 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna são significativamente iguais pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. DAE: Dias após a emergência; S.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico; C.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico + Armazenadas por 30 dias; $\bar{X}$ Média: Valor médio das condições

A cultivar GURI INTA CL (Figura 25B) também apresentou diferença significativa na primeira data (7 DAE) e na avaliação aos 21 DAE, sendo que a condição de sementes com armazenamento obtiveram menores taxas de crescimento relativo das plantas de arroz irrigado. Ao decorrer das avaliações

realizadas é possível observar um incremento na taxa de crescimento relativo das plantas até o vigésimo primeiro dia após a emergência, posteriormente, essa taxa decresceu. Esses decréscimos ocorridos nos valores devem-se ao aumento da matéria seca da planta. O que pode ser explicado pelo fato de não serem fotossinteticamente ativos devido à elevação da atividade respiratória e auto sombreamento (FEY et al., 2010).

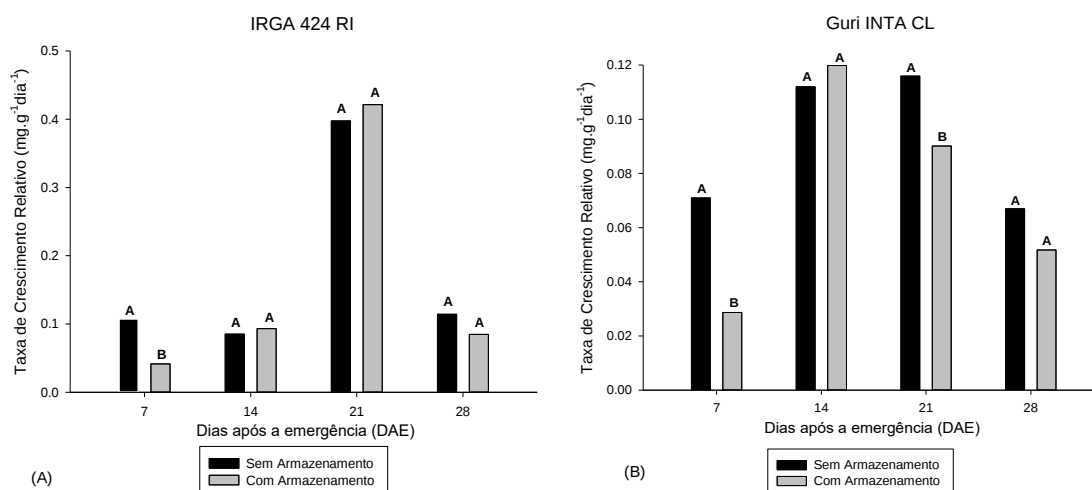


Figura 25. Comparação das médias da taxa de crescimento relativo das plantas de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI e Guri INTA CL. Pelotas, 2021. Barras com mesma letra, em cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de T a 5% de probabilidade de erro.

O comportamento da taxa de crescimento relativo das plantas de arroz irrigado da cultivar BRS PAMPA pode ser analisado através das equações de regressão na figura 26. A avaliação ao sétimo dia após a emergência das plântulas proporcionou equação de segundo grau na condição sem armazenamento com tendência de realizar mais taxas de crescimento relativo das plantas conforme o aumento da dose de ácido giberélico, já a equação de regressão para a condição com armazenamento, apresentou uma R² muito baixo, sendo os dados não representativos. A avaliação ao 21 DAE (Figura 26B), apresentaram equações com tendência positiva para o acúmulo da TCR relativo das plantas de arroz irrigado. Sendo altamente responsivas a altas concentrações de ácido giberélico no tratamento das sementes para essa variável.

A cultivar IRGA 431 CL ao 7 DAE (Figura 26C) das plântulas apresentou para a condição com armazenamento uma equação de regressão com uma parábola voltada para cima. As doses de 250 e 500 mg proporcionaram uma

redução na taxa de crescimento relativo das plantas ao 7 DAE. A maior TCR das plantas na condição sem armazenamento ocorreu com a dose de 449 mg de GA₃. A avaliação ao 21 DAE (Figura 26D), as equações apresentaram uma tendência positiva para o acúmulo da taxa de crescimento relativo, das plantas de arroz irrigado, as plantas responderam para as altas concentrações de ácido giberélico no tratamento das sementes para essa variável. As doses do ponto de máxima taxa de crescimento relativo das plantas foi na dose de 757 e 464 mg de GA₃, nas condições sem e com armazenamento, respectivamente.

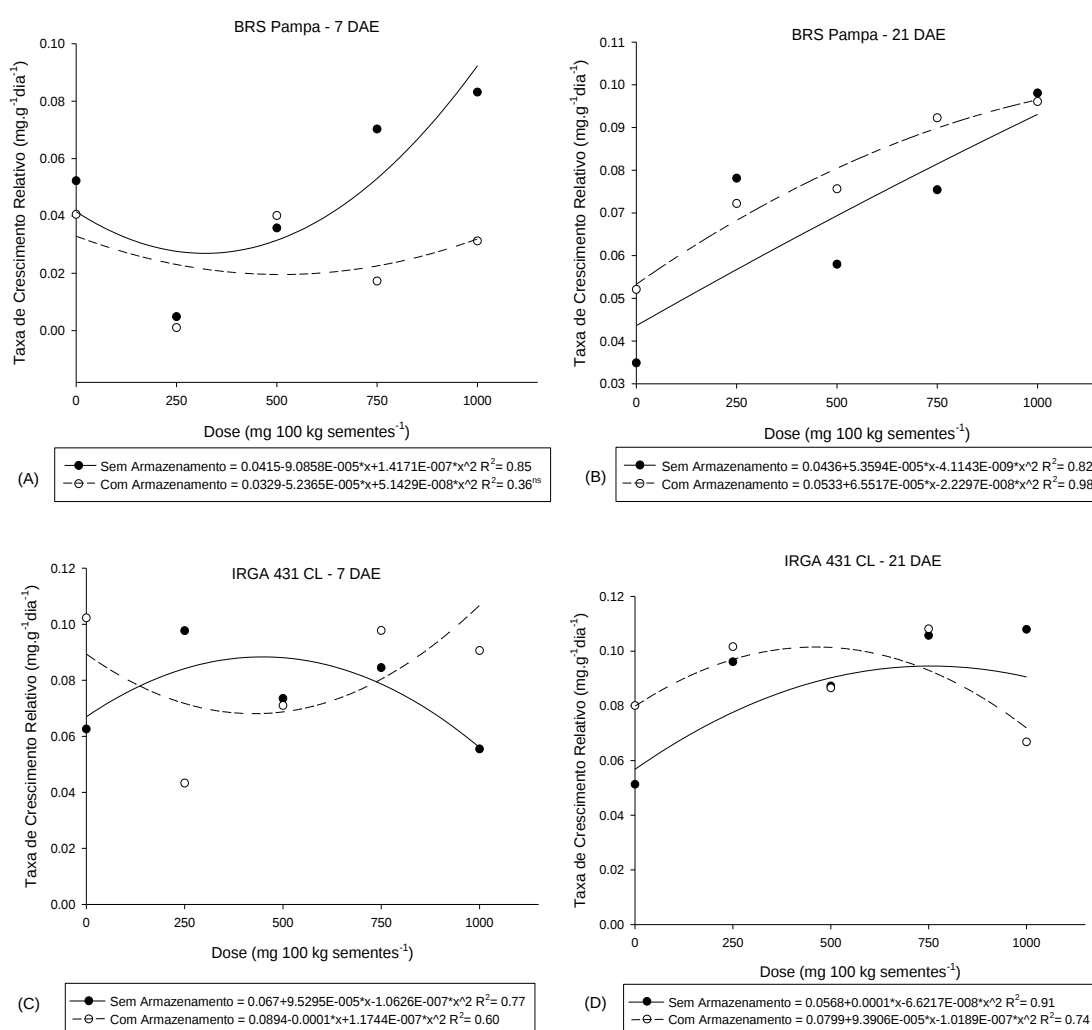


Figura 26. Taxa de crescimento relativo de plantas de arroz irrigado das cultivares BRS PAMPA e IRGA 431 CL em duas datas de avaliação sob diferentes doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

A taxa de crescimento relativo indica a eficiência de uma planta em produzir novo material. Segundo Briggs (1920) a taxa de crescimento relativo é a medida mais adequada para a avaliação do crescimento de um vegetal. Poise esse parâmetro é dependente da quantidade de material que está sendo acumulado, refletindo no aumento da matéria orgânica seca em um dado intervalo de tempo.

Taxa de Assimilação Líquida

Através da ANOVA (Tabela 16) foi possível observar que a cultivar IRGA 424 RI apresentou diferenças significativas para as condições de armazenamento quando as plantas foram avaliadas aos 7, 21 e 28 dias após a emergência das plântulas para a taxa de assimilação líquida (TAL). As diferentes doses de ácido giberélico utilizadas mostraram diferença significativa apenas aos 7 e 21 dias após a emergência das plântulas.

A cultivar GURI INTA CL diferença na TAL das plantas de arroz irrigado, somente na avaliação de 21 DAE para a fonte de variação condição. A cultivar BRS PAMPA apresentou diferença para a TAL somente na avaliação de 7 DAE, para a fonte de variação condição as quais as sementes foram tratadas.

O resumo da ANOVA para a cultivar IRGA 431 CL, apresentou diferença significativa para as diferentes médias para a fonte de variação condição e para a interação (condição x dose) na data de avaliação de 21 DAE.

Os resultados do teste de médias da variável taxa de assimilação líquida (TAL) está demonstrado na tabela 17. É possível observar que a cultivar IRGA 424 RI apresentou menores valores da TAL para a condição com armazenamento das sementes tratadas nas doses de 0, 750 e 1000 mg de ácido giberélico na avaliação aos 7 DAE. No vigésimo primeiro dia após a emergência das plântulas, a dose de 250 mg proporcionou menores médias para a condição com armazenamento das sementes tratadas pelo período de trinta dias. A média geral das condições apresentou menores resultados da TAL para a condição C.A nas datas de 7, 21 e 28 DAE, demonstrando que o período de armazenamento, de maneira geral, diminui a taxa de assimilação líquida.

Tabela 16. Resumo da análise de variância para a variável taxa de assimilação líquida das plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e Guri INTA CL avaliados em 4 datas e das cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL avaliadas em 2 datas após a emergência das plântulas. Pelotas, 2021.

Quadrado Médio - IRGA 424 RI					
Fonte de Variação	GL	Taxa de assimilação Líquida (mg.cm ² dia ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28DAE
Bloco	3	10,64E ⁻⁰⁴	19,78E ⁻⁰⁴	5,66E ⁻⁰⁴	6,34E ⁻⁰⁴
Condição	1	51,19E ^{-04*}	31,19E ⁻⁰⁴	17,15E ^{-03*}	24,54E ^{-04*}
Dose	4	11,78E ^{-04*}	12,70E ⁻⁰⁴	40,88E ^{-04*}	2,92E ⁻⁰⁴
Condição x *Dose	4	7,33E ⁻⁰⁴	13,80E ⁻⁰⁴	23,35E ⁻⁰⁴	3,64E ⁻⁰⁴
Resíduo	27	1,87E ⁻⁰⁴	14,12E ⁻⁰⁴	14,45E ⁻⁰⁴	2,82E ⁻⁰⁴
Total	39	-	-	-	-
CV(%)	-	79,87	62,58	23,11	62,46
Quadrado Médio - GURI INTA CL					
Fonte de Variação	GL	Taxa de assimilação Líquida (mg.cm ² dia ⁻¹)			
		7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Bloco	3	2,16E ⁻⁰⁵	6,19E ⁻⁰⁵	21,45E ⁻⁰⁵	1,12E ⁻⁰⁵
Condição	1	53,48E ⁻⁰⁵	63,19E ⁻⁰⁵	291,33E ^{-05*}	27,32E ⁻⁰⁵
Dose	4	100,90E ⁻⁰⁵	34,04E ⁻⁰⁵	21,18E ⁻⁰⁵	12,74E ⁻⁰⁵
Condição x *Dose	4	9,83E ⁻⁰⁵	115,26E ⁻⁰⁵	2,01E ⁻⁰⁵	6,93E ⁻⁰⁵
Resíduo	27	7,19E ⁻⁰⁵	63,27E ⁻⁰⁵	11,89E ⁻⁰⁵	6,75E ⁻⁰⁵
Total	39	-	-	-	-
CV(%)	-	75,70	45,15	36,83	75,35
Quadrado Médio - BRS PAMPA					
Fonte de Variação	GL	Taxa de assimilação Líquida (mg.cm ² dia ⁻¹)			
		7 DAE		21 DAE	
Bloco	3	2,28E ⁻⁰⁴		5,07E ⁻⁰⁴	
Condição	1	35,36E ^{-04*}		3,51E ⁻⁰⁶	
Dose	4	9,28E ⁻⁰⁴		4,16E ⁻⁰⁴	
Condição x *Dose	4	5,51E ⁻⁰⁴		10,82E ⁻⁰⁴	
Resíduo	27	4,42E ⁻⁰⁴		3,04E ⁻⁰⁴	
Total	39	-		-	
CV(%)	-	96,46		52,02	
Quadrado Médio - IRGA 431 CL					
Fonte de Variação	GL	Taxa de assimilação Líquida (mg.cm ² dia ⁻¹)			
		7 DAE		21 DAE	
Bloco	3	2,35E ⁻⁰⁵		1,01E ⁻⁰⁴	
Condição	1	3,26E ⁻⁰⁷		5,35E ^{-04*}	
Dose	4	1,73E ^{-04*}		1,79E ^{-04*}	
Condição x *Dose	4	5,52E ⁻⁰⁵		1,76E ^{-04*}	
Resíduo	27	4,69E ⁻⁰⁵		6,06E ⁻⁰⁵	
Total	39	-		-	
CV(%)	-	55,09		18,71	

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; G.L: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; DAE: Dias após a emergência.

A cultivar GURI INTA CL apresentou menor média da taxa de assimilação líquida das plantas de arroz irrigado para a condição com armazenamento nas

avaliações de 14 DAE sob a dose de 750 mg e na avaliação de 21 DAE sob as doses de 500, 750 e 1000 mg. Além disso somente ocorreu diferença significativa para a média geral das duas condições na data de 21DAE, sendo que a condição com armazenamento apresentou menor taxa de assimilação líquida.

Tabela 17. Médias da taxa de assimilação líquida de plantas de arroz irrigado avaliado em 4 e 2 datas sob duas condições e cinco doses de ácido giberélico. Pelotas, 2021.

Taxa de assimilação Líquida (mg.cm ² dia ⁻¹)								
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
IRGA 424 RI	7	S.A	0,06549 A	0,01866 A	0,02031 A	0,02292 A	0,01255 A	0,02799 A
		C.A	0,00994 B	0,00769 A	0,00472 A	0,00108 B	0,00378 B	0,00544 B
	14	S.A	0,10327 A	0,05921 A	0,05926 A	0,05659 A	0,06600 A	0,06886 A
		C.A	0,05207 A	0,04672 A	0,03158 A	0,07777 A	0,04788 A	0,05120 A
	21	S.A	0,24344 A	0,17747 A	0,17972 A	0,16016 A	0,16539 A	0,18523 A
		C.A	0,15742 A	0,11369 B	0,15109 A	0,12932 A	0,16761 A	0,14382 B
	28	S.A	0,04926 A	0,03024 A	0,01890 A	0,03463 A	0,04046 A	0,03470 A
		C.A	0,01208 A	0,01454 A	0,01875 A	0,02362 A	0,02617 A	0,01903 B
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
GURI INTA CL	7	S.A	0,01571 A	0,01804 A	0,01421 A	0,02150 A	0,00483 A	0,01485 A
		C.A	0,01392 A	0,00648 A	0,00584 A	0,00550 A	0,00597 A	0,00754 A
	14	S.A	0,04891 A	0,07268 A	0,05808 A	0,08167 A	0,03707 A	0,05968 A
		C.A	0,05452 A	0,05263 A	0,04540 A	0,04415 B	0,06196 A	0,05173 A
	21	S.A	0,03668 A	0,03117 A	0,04612 A	0,03949 A	0,03727 A	0,03814 A
		C.A	0,02185 A	0,01356 A	0,02541 B	0,02654 B	0,01803 B	0,02108 B
	28	S.A	0,02312 A	0,01521 A	0,01027 A	0,00761 A	0,01134 A	0,01351 A
		C.A	0,00777 A	0,01232 A	0,00597 A	0,00407 A	0,01131 A	0,00828 A
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
BRS PAMPA	7	S.A	0,01283 A	0,00444 A	0,00653 A	0,00467 B	0,03697 A	0,01308 B
		C.A	0,04484 A	0,10091 A	0,03673 A	0,03468 A	0,03402 A	0,03189 A
	21	S.A	0,01803 A	0,02648 A	0,02716 A	0,05664 A	0,04083 A	0,03383 A
		C.A	0,05410 A	0,02552 A	0,02534 A	0,02843 B	0,03280 A	0,03324 A
Cult	DAE	Cond	Dose (mg 100 kg sementes ⁻¹)					$\bar{X}$ Média
			0	250	500	750	1000	
IRGA 431 CL	7	S.A	0,01688 A	0,00838 A	0,01183 A	0,01435 A	0,01033 A	0,01235 A
		C.A	0,02296 A	0,00926 A	0,01579 A	0,00749 A	0,00716 A	0,01253 A
	21	S.A	0,02403 A	0,04597 A	0,03805 A	0,04265 A	0,03915 A	0,03795 B
		C.A	0,04624 A	0,04335 A	0,04081 A	0,05221 A	0,04384 A	0,04529 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna são significativamente iguais pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. DAE: Dias após a emergência; Cult= cultivares; Cond= condição de armazenamento; S.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico; C.A: Ácido Giberélico + Tratamento Químico + Armazenadas por 30 dias; $\bar{X}_{\text{Média}}$: Valor médio das condições

A cultivar BRS Pampa ao 7 DAE apresentou diferença da TAL na dose de 750 mg, onde as plantas oriundas da condição S.A apresentaram menores valores para TAL. Essa mesma dose apresentou diferentes médias para a avaliação realizada ao 21 DAE, entretanto, a menor taxa de assimilação líquida aconteceu para as plantas que provieram das sementes que passaram pelo processo de armazenamento. A cultivar IRGA 431 CL apresentou diferença entre as condições de armazenamento apenas nas médias gerais das condições analisadas. Ao vigésimo primeiro dia após a emergência das plântulas, as plantas oriundas das sementes não armazenadas, obtiveram médias inferiores da TAL.

A figura 27 demonstra a comparação das médias da taxa de assimilação líquida das plantas de arroz irrigado. A cultivar IRGA 424 RI (Figura 27A) apresentou diferença significativa para as datas 7, 21 e 28 DAE de avaliação das plantas, onde a condição sem armazenamento proporcionou uma maior taxa de assimilação para essa cultivar. É possível observar que houve um crescimento exponencial até a terceira data de avaliação (21 DAE) da taxa de assimilação líquida das plantas de arroz irrigado, cultivar IRGA 424 RI, posteriormente houve um declínio da TAL para a avaliação de 28 dias após a emergência das plântulas.

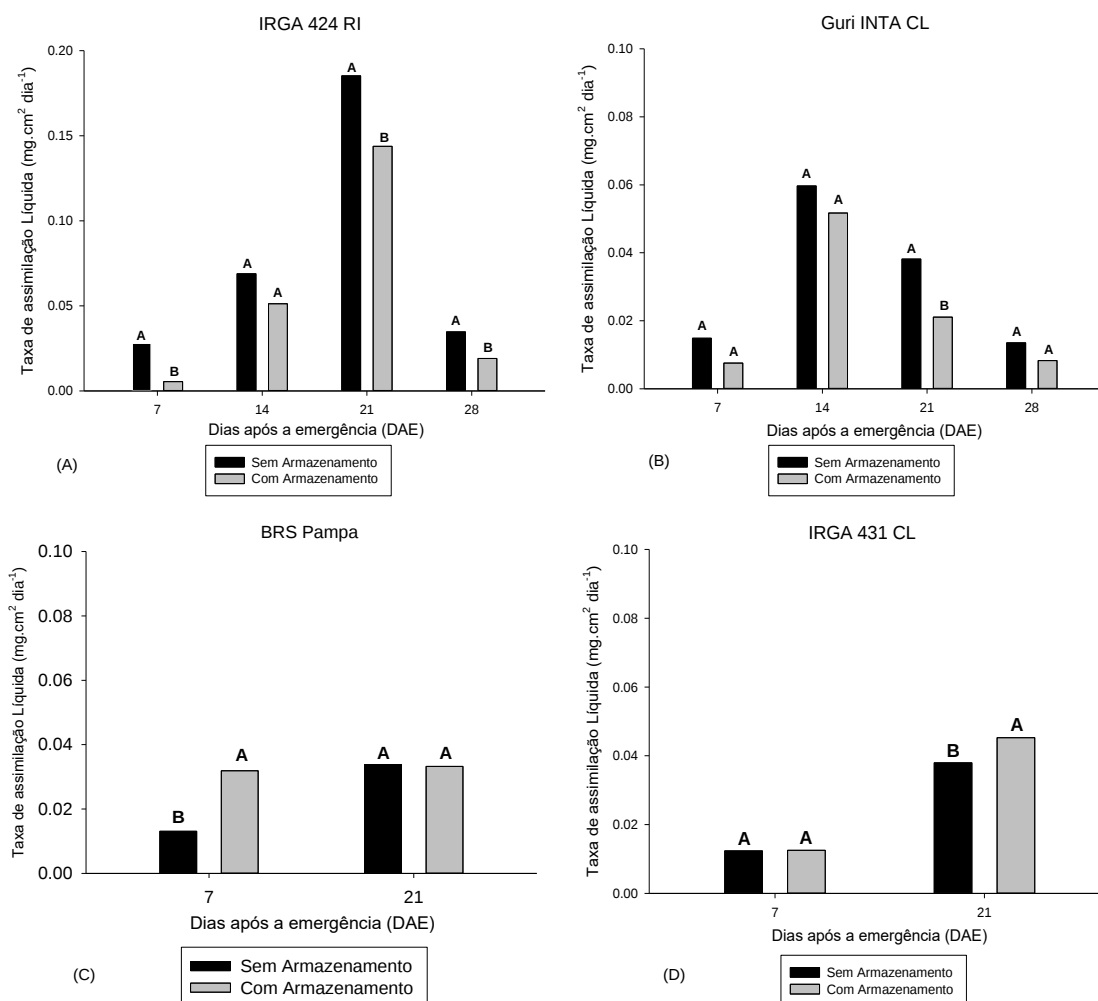


Figura 27. Comparação das médias da taxa de assimilação líquida das plantas de plantas de arroz irrigado em quatro datas de avaliação para IRGA 424 RI e Guri INTA CL e duas datas de avaliação para as cultivares BRS Pampa e IRGA 431 CL. Pelotas, 2021. Barras com mesma letra, em cada data avaliada, não diferem entre si pelo teste de T a 5% de probabilidade de erro.

Da segunda data de avaliação (14 DAE) para a terceira (21 DAE) houve um enorme incremento da taxa de assimilação líquida, onde os valores praticamente dobraram e na mesma proporção que a TAL evoluiu, ela também regrediu da data de 21 DAE para a data de 28 DAE. A cultivar GURI INTA CL (Figura 27B) proporcionou o mesmo comportamento, entretanto, houve um acentuado acúmulo de taxa de assimilação líquida das plantas na segunda data de avaliação (14 DAE) e posteriormente, essa taxa diminuiu. Somente houve diferença significativa na avaliação de 21 dias após a emergência, onde a condição de sementes sem armazenamento proporcionou uma maior média na taxa de assimilação líquida das plantas.

Quando ocorre a aceleração do crescimento das plantas, consequentemente, aumenta a área foliar, sucessivamente, aumentando o sombreamento mútuo das folhas inferiores, acarretando a diminuição da TAL (MILTHORPE e MOORBY, 1974), situação semelhantes que aconteceu em trabalhos realizados com pinhão manso (OLIVEIRA et al., 2011), milho (AZEVEDO NETO et al., 2004) e feijão (LIMA et al., 2005).

A cultivar BRS PAMPA (Figura 27C) apresentou diferenças entre as condições para a primeira data de avaliação (7 DAE), sendo que as sementes tratadas e armazenadas proporcionaram uma maior TAL. Já para a cultivar IRGA 431 CL (Figura 27D) também ocorreu uma diferença significativa entre as condições, com maiores médias da TAL para a condição de sementes tratadas e armazenadas, entretanto, essa diferença ocorreu na avaliação de 21 DAE.

As equações de regressão da TAL para as cultivares IRGA 424 RI e IRGA 431 CL apresentaram, de modo geral, comportamento oposto das demais variáveis até então analisadas. Neste sentido, foi possível observar uma elevada taxa de assimilação líquida ($\text{mg.cm}^2.\text{dia}^{-1}$) nas plantas que não foram tratadas com ácido giberélico (0 mg), e conforme houve o incremento da dose no tratamento de sementes, a taxa foi diminuindo. Este comportamento foi obtido independente da condição de armazenamento. A exceção ocorreu na cultivar IRGA 431 CL (Figura 28D), avaliada aos 21 DAE, onde o aumento das doses de GA_3 na condição sem armazenamento proporcionou um incremento na TAL das plantas, chegando na dose máxima ideal próxima de 623 mg de GA_3 por 100 kg de sementes⁻¹. DE ASSIS SILVA; BUCKER MORAES; SOARES DE SOUZA (2011) estudando diferentes concentrações de cálcio em feijão comum, concluíram que o aumento da TAL acontecia conforme aumentava a concentração de cálcio na solução nutritiva fornecida para as plântulas.

Observou-se ainda, que a cultivar IRGA 424 RI apresentou nas duas datas de avaliação (7 e 21 DAE) valores para a TAL mais elevados na condição das plantas sem armazenamento das sementes. Por outro lado, a cultivar IRGA 431 CL apresentou taxas maiores de TAL para a condição com armazenamento das sementes tratadas com o GA_3 + fungicida + inseticida.

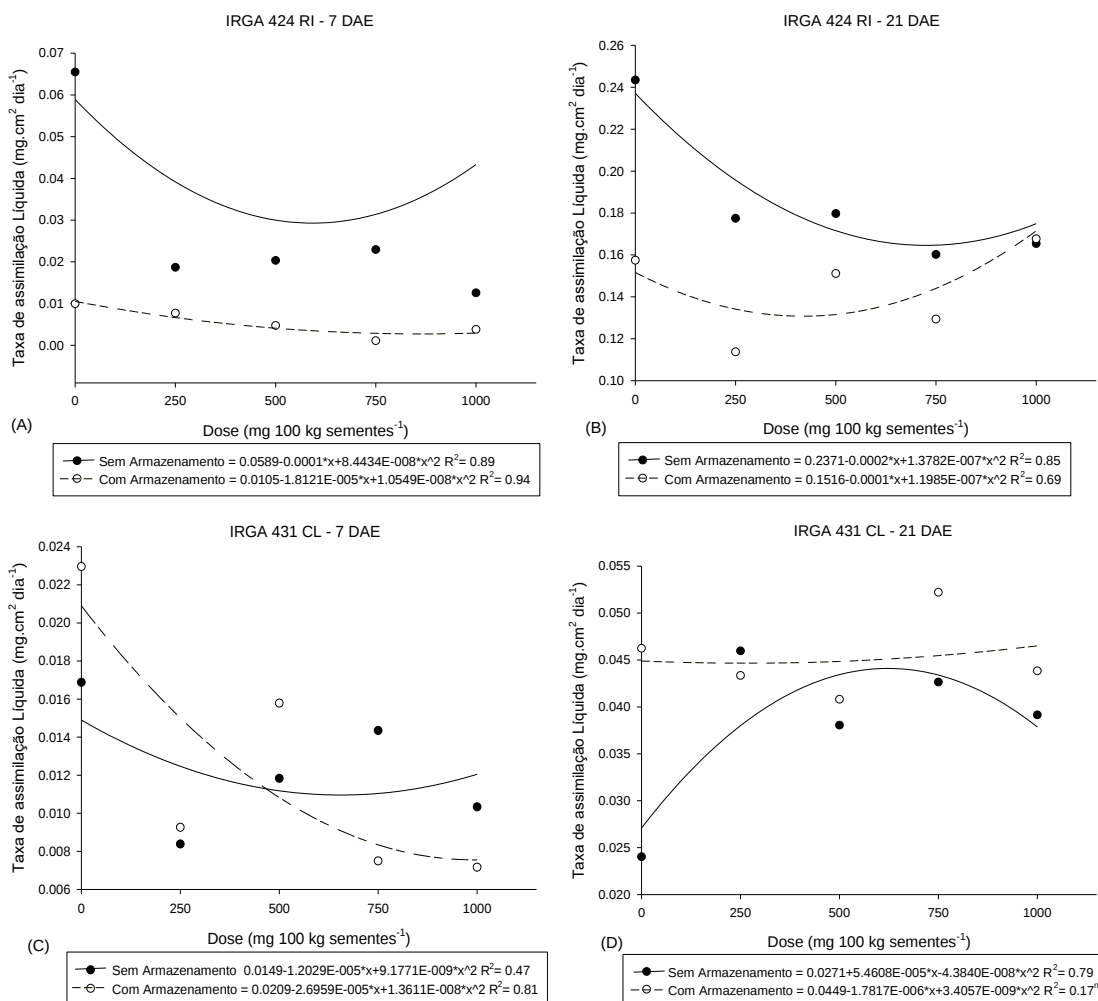


Figura 28. Equações de regressão da taxa de assimilação líquida de plantas de arroz irrigado das cultivares IRGA 424 RI e IRGA 431 CL sob diferentes doses de ácido giberélico e duas condições de manejo das sementes tratadas. Pelotas, 2021.

Os resultados demonstram que a utilização das diferentes concentrações do regulador vegetal (GA_3) associado ao tratamento das sementes com fungicida e inseticida proporcionou uma gama de resposta em relação as condições estabelecidas após o tratamento, apesar de cada cultivar responde com intensidades diferentes para as variáveis analisadas. Os resultados foram satisfatórios e fundamentais para se saber o comportamento das novas cultivares de arroz irrigado com a utilização do GA_3 no tratamento de sementes, entretanto, é recomendado que novos experimentos sejam realizados com a mesma temática, para comparar os resultados em outros anos agrícolas, com diferentes produtos químicos e com maiores períodos de sementes tratadas e armazenadas.

Conclusões

A análise de parâmetros fisiológicos permite concluir que o uso de regulador vegetal (ácido giberélico) associado ao tratamento químico (fungicida e inseticida) e armazenados pelo período de 30 dias influência nas respostas morfofisiológicas das plantas de arroz irrigado. A área foliar, massa foliar, crescimento de plantas, taxa de crescimento da cultura, taxa de crescimento relativo e taxa de assimilação líquida variaram ao longo do período estudado.

Para a variável área foliar, a dose de 500 mg de GA₃ apresentou maior estabilidade para os dados. A realização do tratamento das sementes com GA₃ associado com fungicida e inseticida e armazenada por 30 dias proporcionou maiores valores de área foliar por planta.

As doses com menor variação, mas com maiores valores para a massa seca das plantas foram de 500 e 750 mg de GA₃. A condição com armazenamento proporcionou uma maior produção de matéria seca das plantas.

A dose de 1000 mg de GA₃ proporcionou a maior média de crescimento (cm) para as plantas de arroz irrigado e a condição com armazenamento.

A taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e a taxa de assimilação líquida (TAL) demonstraram resultados satisfatórios com a dose de 500 mg de GA₃. Para essas variáveis as condições (sem e com armazenamento) apresentaram maior variação entre as cultivares.

Considerações Finais

A associação do regulador vegetal ácido giberélico (GA₃) é compatível com produtos químicos (fungicida e inseticida) com ingrediente ativos de tiofanato- metílico, fipronil e piraclostrobina.

É vantajoso o tratamento de sementes com esses produtos 30 dias que antecede a semeadura de arroz irrigado, pois dessa forma as sementes já saem das empresas produtoras de sementes com esse combo de produtos (GA₃ + fungicida + inseticida), evitando assim os riscos do tratamento “*on farm*” pelos produtores rurais.

Entretanto, é recomendado a realização de estudos com o regulador vegetal GA₃ com outros produtos químicos que apresentam ingredientes ativos diferentes na sua formulação e a repetição em mais safras agrícolas com diferentes cultivares, devido as diferenças climáticas que podem favorecer ou desfavorecer as plantas.

Referencias

- ABATI, J. et al. Treatment with fungicides and insecticides on the physiological quality and health of wheat seeds. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 4, p. 392-398, 2014.
- ABBAS, A.; MURTAZA, S.; ASLAM, F.; KHAWAR, A.; RAFIQUE, S.; NAHEED, S. Effect of Processing on Nutritional Value of Rice (*Oryza sativa*). **World Journal of Medical Sciences**, v. 6, n. 2, p. 68-73, 2011.
- ALMEIDA, G. M.; RODRIGUES, J. G. L. Desenvolvimento de plantas através da interferência de auxinas, citocininas, etileno e giberelinas. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 9, n. 3, p. 111-117, 2016.
- ALMEIDA, G.M.; RODRIGUES, J.G.L. Development of plants by interference auxins, cytokinins, gibberellins and ethylene. **Applied Research & Agrotechnology**, v.9, n.3, p.111-117, 2017.
- ARAGÃO, C. A. et al. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p.62-67, 2001.
- ARBERO, L. M.; PRADO, T. F.; BASSO, K. B.; LIMA, L. A.; MOTTA, K. M. et al. Análise de crescimento em plantas forrageiras aplicada ao manejo de pastagens. **Vet.Not.**, Uberlândia, v.19. n.2, p.71-85, 2013.
- ARRUDA SOUZA, Clovis et al. Influência do ácido giberélico sobre a arquitetura de plantas de feijão no início de desenvolvimento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, 2010.
- ARSEGO, Olavo et al. Recobrimento de sementes de arroz irrigado com ácido giberélico, fungicidas e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, 2006.
- ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. Pennsylvania State University: Chapman & Hall, 1995. 332p.
- AZANIA, C. A. M.; MARQUES, R. P.; AZANIA, A. A. P. M.; ROLIM, J. C. Superação da dormência de sementes de corda-de-viola (*Ipomoea quamoclit* L. *hederifolia*). **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 23-27, 2009.
- AZEVEDO NETO, A. D.; PRISCO, J. T.; ENÉAS-FILHO, J.; LACERDA, C. F.; SILVA, J. V.; COSTA, P. H. A.; GOMES-FILHO, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal Plant Physiology**. v.16, n.1, p.31-38, 2004.
- Azevedo, M.R.Q.A., J.P.G. Gouveia, D.M.M. Trovão & Queiroga, V.P. 2003. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 7:519- 524.
- BAKSHSHANDEH, E.; PIRDASHTI, H.; GILANI, Z. Application of mathematical models to describe rice growth and nutrients uptake in the presence of plant growth promoting microorganisms. **Applied soil ecology**, v. 124, p. 171-184, 2018.

BARBIERI, Rosa Lía; STUMPF, Elisabeth Regina Tempel. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008., 2008.

BARROS, S. R. B.; DIAS, M. C. L. L.; CICERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.p.5.1–5.15

BAUDET, L.; PESKE, F. **Aumentando o desempenho das sementes**. Seed News, v.9, n.5, p.22-24, 2007.

BAUDET, L.; VILLELA, F. A. PESKE, F. Armazenamento de Sementes. In: **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 4ª Ed. PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. Pelotas: UFPEL, 2019, 573p.

BECK, E. & ZIEGLER, P. Biosynthesis and degradation of starch in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.40, n.2, p.95-117, 1989.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 41 p. 2003.

BERTOLIN, D.C.; DE SÁ, M.E; ARF, O.; JUNIOR, E.F.; COLOMBO, A.S.; CARVALHO, F.L.B.M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de Bioestimulantes. **Bragantia**, v.69, n.2, p.339-347, 2010.

BEVILAQUA, G.A.P.; PESKE, S.T.; SANTOS-FILHO, B.G. Desempenho de sementes de arroz irrigado tratadas com regulador de crescimento. I. Efeito na emergência a campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.1, p.75-80, 1993.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination: viability, dormancy and environmental control**. Berlin: Springer-Verlag, 375 p. 1982.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3ed. New York: Springer, 2013. 392p.

BLACK, M.; BEWLEY, J. D.; HALMER, P. **The Encyclopedia of Seeds – Science, Technology and Uses**. CABI International 2006. p. 137 e 554.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

BRIGGS, G.E.; KIDD, M.A.; WEST, A.R.C.S. A quantitative analysis of plant growth. **Annales of Applied Biology**, Cambridge, v. 7, p. 202-223, 1920.

CAIXETA, Camila Pereira et al. **Armazenamento de sementes tratadas com fungicidas no desempenho da cultura da soja**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia) - Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, 2017.

CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. p.329-349.

CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 1311-1318, 2008.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. 1.ed. Guaíba: Agropecuária, 2001.

CATANEO, A. C. FERREIRA, L. C.; CARVALHO, J. C. ANDREO-SOUZA, Y.; CORNIANI, N.; MISCHAN, M. M.; NUNES, J. C. Improved germination of soybean seed treated with thiamethoxam under drought conditions. **Seed Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 248- 251, 2010.

CHANG, T.; BARDENAS, E. A. The morphology and varietal characteristics of the rice plant. **Technical Bulletin** 4. December, 1965

COBUCCI, T.; CURUCK, F.J.; SILVA, J.G. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos. Goiânia: Conafe, 2005.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 2019. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 6 Safra 2020/21 – Oitavo levantamento, Março 2021**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras> >.

CUNHA, R.; CASALI, W.D. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.1, n.2, p.121-132, 1989.

CUNHA, Ricardo Pereira da et al. Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1761-1767, 2015.

DA MOTTA XAVIER, Fernanda et al. Adequação do teste de germinação para sementes de arroz tratadas com diferentes fungicidas e inseticidas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 19193-19212, 2021.

DA SILVA ALMEIDA, Andreia et al. Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Brazilian Journal of Agriculture-Revista de Agricultura**, v. 89, n. 3, p. 172-182, 2014.

DAN, L. G. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes** , v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DAN, L. G. M; DAN, H. A.; PICCININ, G. G.; RICCI, T. T.; ORTIZ, A. H. T. tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

DARIO, Geraldo J. A. et al. Influência do uso de fitorregulador no crescimento do arroz irrigado. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, 2004.

DE ASSIS SILVA, Samuel; BUCKER MORAES, Willian; SOARES DE SOUZA, Gustavo. Doses de cálcio no crescimento do feijoeiro cultivado em solução nutritiva, na presença de alumínio. **Idesia (Arica)**, v. 29, n. 3, p. 53-58, 2011.

DIAS, Adão D.; GOMES, Algenor. Efeito do tratamento de sementes com ácido giberélico sobre o desempenho da cultura do arroz irrigado. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 1, n. 2, 1995.

- DÖRR, Caio Sippel et al. Crescimento de plantas de trigo oriundas de sementes, de alto e baixo vigor, tratadas com aminoácidos. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 5, p. 381-389, 2019.
- DOS SANTOS, Carlos Alan Couto et al. Desempenho do girassol submetido a um bioestimulante vegetal em duas épocas de semeadura e dois arranjos espaciais. **MAGISTRA**, v. 29, n. 1, p. 36-46, 2018.
- DOURADO-NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v.30, n.3, p.371-379, 2014.
- DUNN, G. A model for starch breakdown in higher plants. **Phytochemistry**, Oxford, v.13, n.2, p.1341-1341, 1974.
- EIFERT, E. C. Secagem, armazenamento e beneficiamento. In: **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: BARRIGOSI, JAF (Ed.). Recomendações técnicas para a cultura de arroz irrigado no Mato Grosso do Sul. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009., 2009.
- EVINS, W. H. Enhancement of polyribosome formation and induction of tryptophan-rich proteins by gibberellic acid. **Biochemistry**, v. 10, n. 23, p. 4295-4303, 1971.
- FERRAZZA, Felipe Leandro Felipim et al. Qualidade de sementes e parâmetros produtivos de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes antes da semeadura. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e47996232-e47996232, 2020.
- FERREIRA, G.; ERIG, P. R.; MORO. Uso de ácido giberélico em sementes de fruta-doconde (*Annona squamosa* L.) visando à produção de mudas em diferentes embalagens. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 178-182, Abril 2002.
- FERREIRA, Thaís Francielle et al. Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 4, p. 278-286, 2016.
- FESSEL, S. A.; MENDONCA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de semente de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 25- 28, 2003.
- FEY, Rubens et al. Crescimento inicial de mudas de maracujazeiro amarelo em função de doses crescentes de superfosfato simples. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 347-353, 2010.
- FOLEY, M.E.; FENNIMORE, S.A. Genetic basis for seed dormancy. **Seed Science Research**, Wallingford, v.8, p.173-182, 1998.
- FONSECA, J. R.; CASTRO, E. M.; CUTRIM, V. dos A. Ocorrência e duração de dormência em arroz de terras altas e de várzeas. **Embrapa Arroz e Feijão**. Santo Antônio de Goiás. 2p. 2001.
- FRANÇA NETO, José de Barros. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Embrapa Soja, 2016.

- FRANCO, D. F. et al. Colheita, secagem, beneficiamento e tratamento de sementes de arroz irrigado. **Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTEC-A-E)**, 2013.
- FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, 12p,2011
- FREZATO, Pablo et al. Ação de bioestimulantes e nutrientes via tratamento de sementes na germinação e desenvolvimento de plântulas de Glycine Max L. Brazilian **Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 18674-18679, 2021.
- GADOTTI, G.I.; OLIVEIRA, A.L.; Aspectos técnicos e legais relacionados ao tratamento de sementes. **Revista Seed News, Pelotas**, v. 19, n.3, p.34-36, 2014.
- GOMES, M.S.; VON PINHO, E.V.R.; VON PINHO, R.G. Efeito da heterose na Qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.7-17, 2000.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Análise de crescimento de cultivares de Panicum maximum Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 675-680, 1999.
- Grohs, M., Marchesan, E., Roso, R., Formentini, T. C., & Oliveira M.L. de. (2012). Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47 (6), 776- 783.
- GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; FORMENTINI, T. C.; OLIVEIRA, M. L. Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 6, p. 776-783, 2012.
- GROHS, Mara et al. Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 6, p. 776-783, 2012.
- GRUTZMACHER, A.D.; MARTINS, J.F. da S.; CUNHA, U.S. da; GIOLO, F.P.; NEVES, M.B. das; HARTE, W. da R.; FRANCO, D.F.; MATTOS, M.L.T. Viabilidade da antecipação do tratamento de sementes de arroz com inseticidas em relação à data de semeadura no controle de Oryzophagus oryzae (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.1830-1835, 2008.
- GUADAGNIN, C. M. I. et al. Seedling growth of irrigated rice as a function of seed treatment with gibberellic acid. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 237-245, 2017.
- GUIMARÃES, R.J. Análise do crescimento e da quantificação de nutrientes em mudas de cafeeiro, (Coffea arabica L.), durante seus estádios de desenvolvimento em substrato padrão. **Dissertação de Mestrado em Fitotecnia**.
- HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T. **Seed biology**. V, 3. Insects, and seed collection, storage, testing and certification. New York and London: Academic Press, 1972. P.145-245.

HELMS, R. S.; DILDAY, R.; CARLSON R.D. Using GA3 seed treatment in direct seeded in Southern USA. In: **IRRI**, Direct seeded flooded rice in Tropics, Philippines. 1991.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HUNT, R. Growth analysis, individual plants. In: THOMAS B, MURPHY D.J.; MURRAY D. **Encyclopaedia of Applied Plant Sciences**. London: Academic Press. p.579-588, 2003.

JULIANO, B.O.; BECHTEL, D.B. **The rice grain and its gross composition**. In: JULIANO, B.O. (Ed.). Rice: chemistry and technology. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, 1985. Cap.2, p.17-57.

Junior Braun, S.P. (2015) - Tratamento de sementes de soja e sua influência na qualidade durante o período de armazenamento. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 41 p.

JURISCH, Felipe Zeni; SIMONETTI, Ana Paula Morais Mourão; BRONDANI, Silene Tais. Desenvolvimento inicial da soja submetida a tratamento de sementes. **Revista Thêma et Scientia**, v. 9, n. 2, p. 253-260, 2019.

KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia Vegetal**. 2ª edição—Rio de Janeiro: Ed. 2008.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.2, p.163-166, 2006.

LANFERDINI, D.; RADKE, A. K.; MENEGHELLO, G. E. Vigor e tempo de armazenamento de sementes de soja com tratamento industrial. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.14, n. 26, p. 797, 2017.

LEMES, Elisa et al. Tratamento de sementes industrial: potencial de armazenamento de sementes de soja tratadas com diferentes produtos. In: **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215**. 2019. p. 94-103.

LEONG, W. **Canopy modification and its effects on the growth and yield of Hevea brasiliensis Muell.** Arg. 1980. 283 p. Thesis (Ph.D.) - Faculty of Agriculture Sciences of Ghent, Ghent. LIMA, E. R.; SANTIAGO, A. S.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Effects of the size of sown seed on growth and yield of common bean cultivars of different seed sizes. **Brazilian Journal plant Physiology**. v.17, n.3, p.273-281, 2005

LONGHINI, Kleber Lopes et al. Influência do tempo de armazenamento de sementes de milho tratadas com fungicida e inseticida. 2019.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Dormência em sementes de hortaliças**. Documentos/Embrapa Hortaliças:136, Brasília, 2012. 28p.

Lucca Filho, O. A. (2006). Patologia de Sementes. In.: Peske, S. T., Lucca Filho, O. A., & Barros, A.C.S.A. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**, (2.ed., pp. 259-329). Pelotas.

LUDWIG, M. P. et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 395-406, 2011.

LUDWIG, Marcos Paulo et al. Armazenamento de sementes de soja tratadas e seu efeito no desempenho de plântulas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 1, p. 51-56, 2015.

LUZES, D.; MACHADO, J.P.; GRILO, M.C.; PINTO, P. A. Viabilidade da sementeira enterrada com aplicação de ácido giberélico na cultura do arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.47, p.11-14. 1994.

MACHADO, J. C., WAQUIL, J. M., SANTOS, J. P., & REICHENBACH, J. W. (2006). Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas. *Informe Agropecuário*, 27 (232), 76-87.

MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; TERRES, A. L.; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F.; ANDRES, A. Aspectos genéticos, morfológicos e de desenvolvimento de plantas de arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 143-160.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal**. EPU/EDUSP, São Paulo. 1979. v. 1, p. 331-350.

MARAFON, A.C. **Análise Quantitativa de Crescimento em Cana-de-açúcar**: uma Introdução ao Procedimento Prático. Documentos 168. Embrapa Tabuleiros Costeiros: EMBRAPA. p 31, 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J.C.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 203p. 1997.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARIUCCI, Giovanna Emanuelle Gonçalves et al. Physiological potential of maize seeds submitted to different treatments and storage periods. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 1, p. 60-66, 2018.

MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of plants**. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 1978. 270p.

MENTEN, J.O.; MORAES, M.H.D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. Informativo ABRATES: Avanços no Tratamento e recobrimento de sementes. vol. 20, n.3, 2010. 20p

MESQUITA, F. S.; COIADO, L. R.; FREITAS, A. S.; REIS, C. R.; ALCANTRA, E.; RESENDE, R. M. Tratamento de sementes de feijoeiro-comum com fungicida, inseticida e promotores de crescimento. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, vol. 15, nº 2, p. 769-776. 2017.

MILTHORPE, F.L.; MOORBY, J. Some aspects of overall growth and its modification. In: MILTHORPE, F.L.; MOORBY, J. **An introduction to crop physiology**. London: Cambridge University Press, 1974. p.152.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes. conceitos e testes**. Londrina, 1999. p.2-1/2-24

- NICCHIO, B. et al. Ácido húmico e bioativador no tratamento de sementes de milho. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 2, n. 2, p. 61-73, 2013.
- OLI, P. et al. Parboiled rice: understanding from a materials science approach. **Journal of Food Engineering**, v. 124, p. 173-183, 2014.
- OLIVEIRA, D. et al. Índices fisiológicos de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) provenientes de sementes pré-embebidas em Stimulate®. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, p. 1833-1846, 2011.
- PARISI, João José Dias; MEDINA, Priscila Fratin. Tratamento de sementes. **Instituto Agrônomo de Campinas**, 2013.
- PASCUALI, L.C. 2012. Estimativa do potencial de armazenamento de soja, através do vigor das sementes. **Tese de Doutorado**, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. UFPel. Pelotas, 52p.
- PEDÓ, T.; AUMONDE, T.Z.; MARTINAZZO, E.G.; VILLELA, F.A.; LOPES, N.F.; MAUCH, C.R. Análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2014.
- PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura de três densidades de plantas**. 1998. 151f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.1, p.51-76, 2011.
- PESKE, S. T.; BAUDET, L. M. PANZZO, L. E. Beneficiamento de Sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Pelotas: UFPEL, 2019. 573p.
- RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMOS, L.B.; SILVA, T.R.B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. *Bragantia*, v.64, n.1, p.75-82, 2005.
- RAMOS, A. R.; BINOTTI, F.S. Uso do bioestimulante na qualidade fisiológica de sementes e no crescimento relativo em cultivares de feijão .in: Encontro de iniciação científica da UEMS e 10º SEMEX –Seminário de extensão universitária. Cassilândia MS, 2012.
- RAMPIM, Leandro et al. Qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de trigo submetidas à inoculação e diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 678-685, 2012.
- RAVEN, H. P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6.ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 906 p. 2001.
- ROCHA, G. C.; RUBIO NETO, A.; CRUZ, S. J. S.; CAMPOS, G. W. B.; CASTRO, A. C. O.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas. **Revista Científica**, v. 1, n. 5, p. 50-65, 2017.
- ROCHA, Gustavo Cruvinel et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas-Physiological quality of treated and stored soybean seeds. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 4, n. 1, p. 50-65, 2017.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**, Belmont: Wadsworth, 1991. 682p.

SANTOS, C. A. C. et al. Stimulate na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas de girassol. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 605-616, 2013.

Sauer, D. B., C. M. Meronuck & C. M. Christensen. 1992. Microflora. In: **Armazenamento de grãos de cereais e seus produtos**, Sauer, DB (Ed.). Associação Americana de Químicos de Cereais, EUA.

SCHWECHHEIMER, Claus. Understanding gibberellic acid signaling—are we there yet?. **Current opinion in plant biology**, v. 11, n. 1, p. 9-15, 2008.

SILVA, Isneider Luiz et al. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja em função do tratamento industrial de sementes durante armazenamento. 2018.

SILVA, L.C.; BELTRÃO, E. M.; AMORIM NETO, M. S. Análise de crescimento de comunidades vegetais. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA,. 47p. (**Boletim Técnico**, 34). 2000.

SILVEIRA, R. D. D.; PANTALIÃO, G. F.; BRONDANI, C. Estudos genômicos de tolerância à seca em arroz: uma breve revisão. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 1, p. 62-69, 2015.

Silveira, R., Guesser, V. P., de Oliveira Dorneles, G., Missio, E., & Radmann, E. B. (2018). QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ EM DIFERENTES PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO APÓS TRATAMENTO COM DIETHOLATE. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 10(2).

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. In: XXXII Reunião técnica da cultura do arroz irrigado, Farroupilha, RS, 2014. **Anais...** Porto Alegre: SOSBAI, 2018.

SOUZA, P. R. & MENEZES, V. G. Ácido giberélico no tratamento de sementes de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19, Balneário Camboriú, SC, 1991. ANAIS... Florianópolis: EMPASC, 1991. p. 345-47.

STEINMETZ, S. et al. Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul (versão 4). **Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E)**, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal, 5ª ed. **Artmed. 954p**, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 719p, 2004.

TAKAHOSHI, N. Physiology of dormancy. In: MATSUO, T., KUMAZAWA, K., ISHII, R., et al. **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agricultural Policy Research Center, 1995. p.45-65.

TANAKA, K.; YOSHIDA, T.; ASADA, K.; KASAI, Z. Subcellular particles isolated from aleurone layer of rice seeds. **Archives on Biochemistry and Biophysics**, New York, v.155, p.136-143, 1973.

TONIN, Igor. **Aplicação de ácido giberélico e superação de dormência em sementes de trigo**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

USDA. United States Department of Agriculture. Grain: World Markets and Trade. **RICE OVERVIEW FOR 2019/20**. Disponível em: <
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain-rice.pdf> Acessado em: 15 de março de 2021.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P. R. C., SENA, J. O. A., KLUGE, R. A. (Eds.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá, Eduem. 2002. p.79-104.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J.S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: Edufma, 2010. 230 p.

VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R. Qualidade tecnológica. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. cap. 23. p. 869-900.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, 2008.

ZHOU, Z. et al. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.849-868, 2002.

ZIMMER, P. D. Fundamentos da Qualidade da Semente. In: Silmar Teichert Peske, Francisco Amaral Villela, Geri Eduardo Meneghello (org.), **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas, 3ª ed. Editora Universitária/UFPel, 2012.

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E.U.; OLIVEIRA, M.A.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Índices biométricos e fisiológicos em feijoeiro sob diferentes doses de adubação fosfatada. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.1313-1324, 2010.

Apêndice

Imagem 1. Realização do tratamento de sementes na máquina laboratorial (A); Aplicação da calda (B); Secagem natural das sementes após o tratamento (C). Pelotas, 2021.

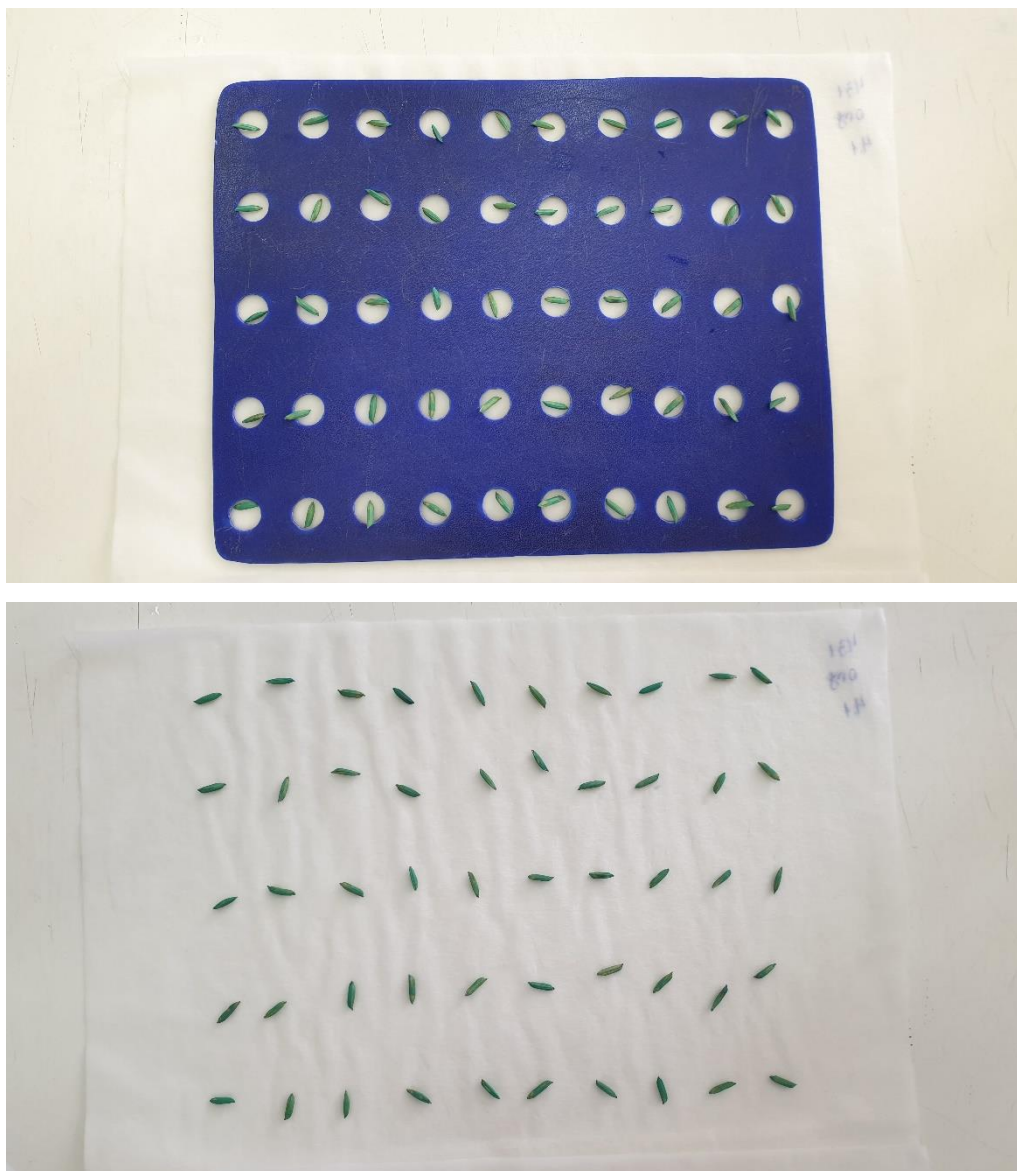


Imagem 2. Montagem do teste de germinação. Pelotas, 2021.



Imagem 3. Primeira contagem de germinação ao quinto dia. Pelotas, 2021.

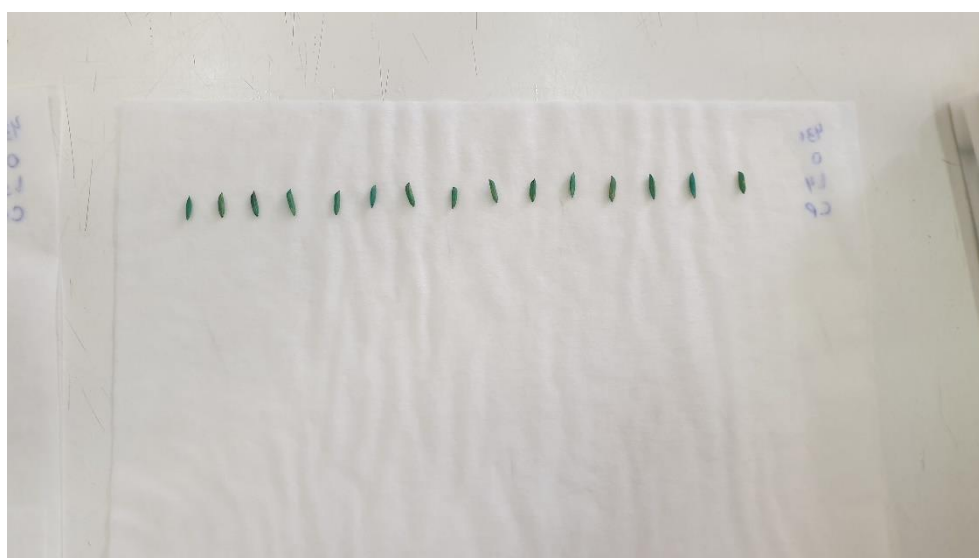


Imagem 4. Montagem do teste de comprimento de plântulas. Pelotas, 2021.



Imagem 5. Plântulas de arroz ao sétimo dia para análise de comprimento da parte aérea e radicular. Pelotas, 2021.

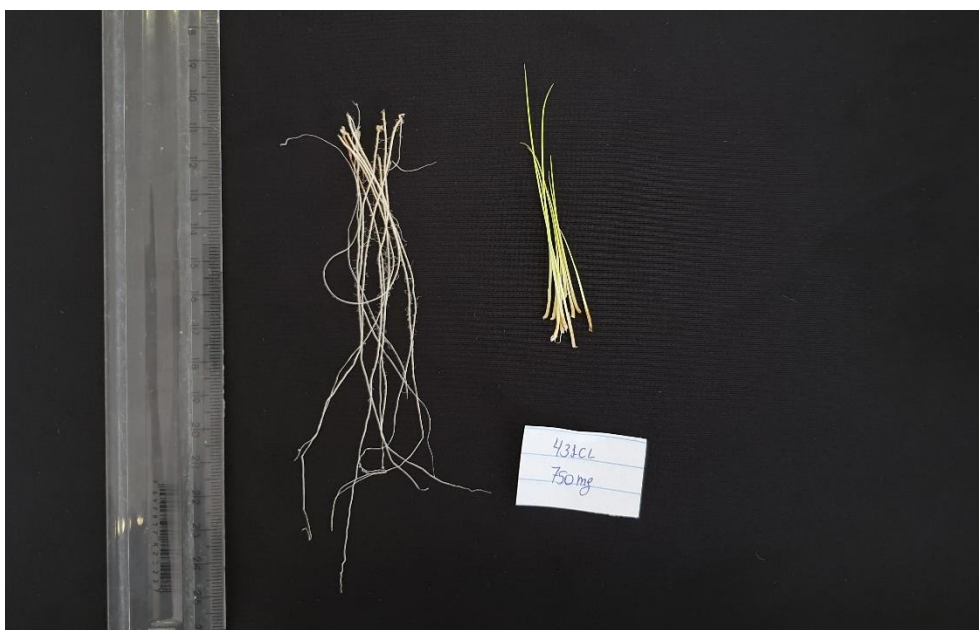
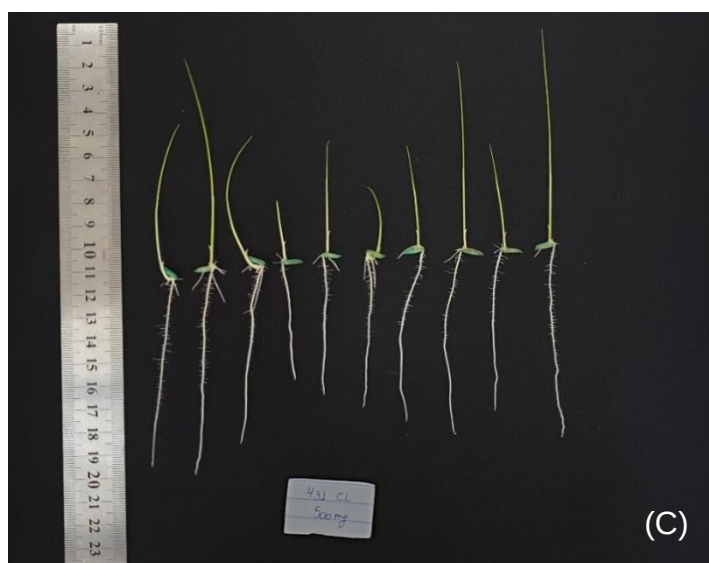


Imagem 6. Separação da parte radicular e aérea das plântulas para realização do processo de secagem a 65 °C. Pelotas, 2021.



Imagem 7. Resposta das diferentes concentrações de ácido giberélico na avaliação de comprimento de plântulas. Pelotas, 2021.



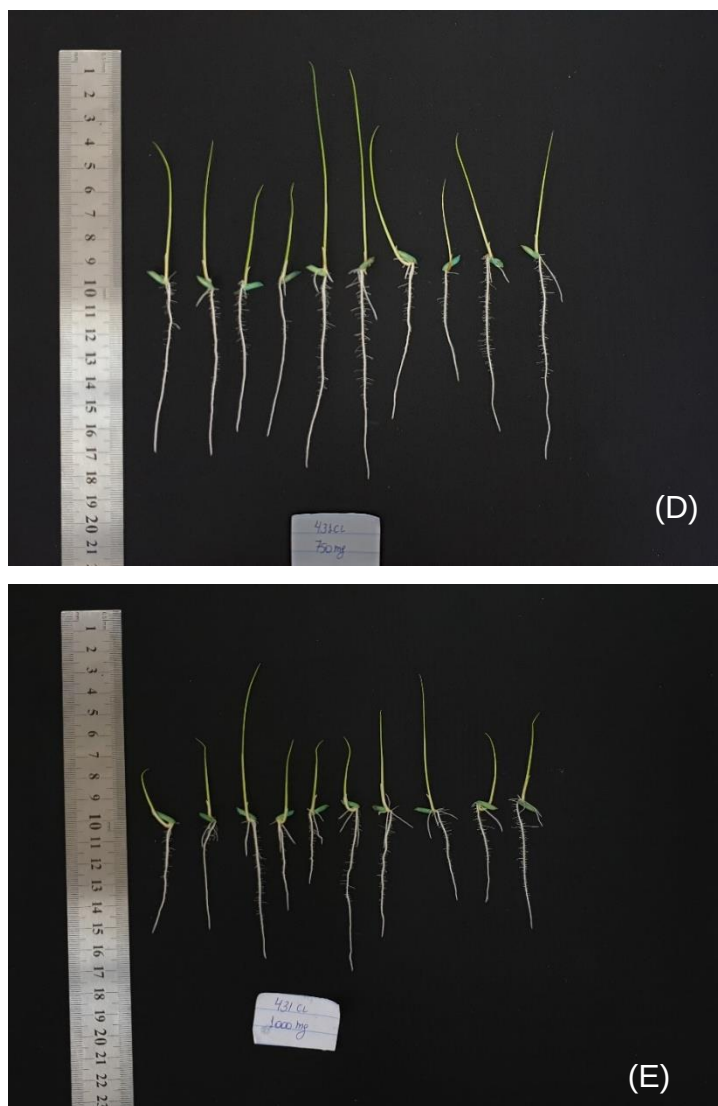


Imagem 8. Análise de crescimento das plântulas nas doses de ácido giberélico 0 (A), 250 (B), 500 (C), 750 (D) e 1000 mg (E).



Imagem 9. Pesagem da parte aérea (A) e parte radicular (B) das plântulas de arroz irrigado. Pelotas, 2021.



Imagem 10. Mensuração do comprimento das plantas de arroz irrigado. Pelotas, 2021



Imagem 11. Realização do tratamento das sementes (A). Sementes tratadas e calda de sementes (B)



Imagem 12. Vasos identificados (A), delineamento experimental com quatro repetição (B)