

CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ PARA TOLERÂNCIA AO FRIO NO INÍCIO DO ESTÁDIO VEGETATIVO

MICHEL CAVALHEIRO DA SILVEIRA¹; GABRIEL BRANDÃO DAS CHAGAS²;
DIANA MARCELA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ³; VIVIANE KOPP DA LUZ⁴;
ANTONIO COSTA DE OLIVEIRA⁵; CAMILA PEGORARO⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – michelcavalheirodasilveira@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – gbchagas2015@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – dianatj6@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – vivianekp2023@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – acostol@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – pegorarocamilanp@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As plantas são constantemente impactadas por condições ambientais adversas, como baixas e altas temperaturas, radiação UV, salinidade, seca, inundações e toxicidade mineral, além do ataque de patógenos. Em seu habitat natural as plantas enfrentam dois tipos de baixas temperaturas, o frio ou *chilling* (0 a 15°C) e o congelamento ou *freezing* (abaixo de 0°C). O frio altera a fluidez da membrana, o equilíbrio hídrico e iônico, gera espécies reativas de oxigênio que podem danificar o DNA, RNA e proteínas, prejudicar a eficiência fotossintética e retardar as reações bioquímicas (Satyakam et al., 2022).

O arroz (*Oryza sativa* L.) é sensível ao frio devido à sua origem de regiões tropical e subtropical. O frio prejudica o crescimento, desenvolvimento e produtividade do arroz, além de limitar a distribuição geográfica dessa cultura. Por causa das mudanças climáticas, o estresse por frio pode se tornar mais frequente, inclusive em áreas consideradas de clima adequado para o cultivo de arroz (Jarošová et al., 2024).

Devido à época de semeadura do arroz no Rio Grande do Sul (RS), pode ocorrer estresse por frio na germinação e no estágio inicial de desenvolvimento da cultura. Nesse caso é comum ocorrer atraso da germinação e emergência, além da redução do crescimento das plantas e prejuízo no estabelecimento da lavoura. Noites frias também podem ocorrer durante a fase reprodutiva do arroz, ocasionando esterilidade de espiguetas e perdas de produtividade. A maioria das cultivares utilizadas no RS são da subespécie *indica*, que normalmente são sensíveis ao estresse por frio (Streck et al., 2020; Maltzahn et al., 2022).

Identificar genótipos de arroz que podem servir como fonte de genes responsáveis pela tolerância ao frio é fundamental para o desenvolvimento de novas cultivares tolerantes. Considerando que o estresse por frio ocasiona redução do comprimento da parte aérea e da raiz, esses parâmetros podem ser considerados para seleção de genótipos tolerantes. Além disso, a avaliação nos estádios iniciais de crescimento é essencial para identificar esses genótipos e determinar seu potencial (Shahzad et al., 2024).

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi caracterizar uma coleção de genótipos de arroz quanto a tolerância ao frio no início do estágio vegetativo.

2. METODOLOGIA

Nesse estudo foi avaliada uma coleção de 177 genótipos de arroz. As sementes de cada genótipo foram imersas em solução de álcool etílico 70% durante

um minuto seguido de lavagem com água destilada, e depois foram tratadas com solução de hipoclorito de sódio 2% durante um minuto e na sequência novamente lavadas com água destilada. Após esse processo as sementes de cada genótipo foram distribuídas em papel Germitest®, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso. Os rolos foram mantidos em câmara de crescimento a 25°C e 16 horas de luz durante cinco dias. Posteriormente, as plantas foram transferidas para câmara de crescimento a 13°C (estresse por frio) (CRUZ; MILACH 2004) e 16 horas de luz durante sete dias. Ao final do período de estresse o comprimento de parte aérea (CPA) das plantas foi medido com auxílio de régua graduada, e expresso em centímetros. Foi empregado delineamento de blocos ao acaso, com três repetições com dez plantas cada.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade de resíduos, análise de variância e agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas no programa R (R CORE TEAM 2023).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O genótipo 40 apresentou o maior comprimento de parte aérea sob estresse por frio, e ficou isolado dos demais, constituindo o grupo A. Os outros genótipos foram divididos em seis grupos. Os grupos B e C são formados por 2 e 16 genótipos, respectivamente. Os maiores grupos são o D e o E, com 76 e 67 genótipos cada. Os menores comprimentos de parte aérea formam os grupos F e G, que apresentam 10 e 5 genótipos, respectivamente (Tabela 1).

Como o estresse por frio afeta negativamente diversas características agrônômicas como o comprimento da parte aérea (Shahzad et al., 2024), sugere-se que os genótipos presentes nos grupos A, B e C, com maior comprimento de parte aérea, são mais tolerantes ao frio. Essas cultivares podem ser empregadas em blocos de cruzamento visando maior tolerância ao frio. Além disso, dependendo das características agrônômicas, essas cultivares podem ser indicadas para cultivo em áreas propensas a períodos de frio no início do estágio vegetativo. Nos grupos F e G são encontrados os genótipos mais sensíveis.

Tabela 1. Agrupamento de médias para comprimento de parte aérea em 177 genótipos de arroz cultivados sob estresse por frio no início do estágio vegetativo. UFPel, Capão do Leão, RS, Brazil, 2024.

| Grupos | | Genótipos | | | | |
|--------|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| A | 40 | | | | | |
| B | 111 | 10 | | | | |
| C | 41 | 55 | 15 | 38 | 77 | 122 |
| | 109 | 135 | 128 | 108 | 73 | 28 |
| | 29 | 71 | 68 | 26 | | |
| D | 49 | 97 | 57 | 113 | 75 | 74 |
| | 1 | 114 | 107 | 35 | 165 | 138 |
| | 11 | 139 | 91 | 25 | 140 | 123 |
| | 106 | 8 | 39 | 43 | 62 | 137 |
| | 36 | 120 | 64 | 19 | 12 | 90 |
| | 4 | 30 | 130 | 2 | 124 | 169 |
| | 112 | 34 | 21 | 121 | 78 | 159 |
| | 125 | 67 | 52 | 134 | 99 | 42 |

| | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 5 | 33 | 132 | 115 | 44 | 72 |
| | 37 | 56 | 102 | 7 | 22 | 84 |
| | 16 | 127 | 104 | 48 | 158 | 174 |
| | 143 | 126 | 18 | 3 | 119 | 142 |
| | 59 | 149 | 136 | 51 | | |
| | 45 | 66 | 23 | 172 | 88 | 53 |
| | 129 | 60 | 27 | 105 | 144 | 63 |
| | 76 | 50 | 31 | 13 | 131 | 173 |
| | 156 | 103 | 81 | 157 | 100 | 110 |
| | 141 | 17 | 70 | 161 | 24 | 94 |
| E | 14 | 164 | 147 | 177 | 176 | 65 |
| | 83 | 47 | 93 | 89 | 46 | 79 |
| | 96 | 20 | 61 | 154 | 153 | 92 |
| | 150 | 54 | 85 | 95 | 87 | 80 |
| | 166 | 168 | 32 | 162 | 9 | 58 |
| | 86 | 98 | 117 | 155 | 116 | 151 |
| | 69 | | | | | |
| F | 148 | 145 | 171 | 167 | 146 | 152 |
| | 101 | 133 | 6 | 175 | | |
| G | 82 | 160 | 170 | 163 | 118 | |

A redução do crescimento das plantas de arroz ocasionada pelo frio no início do estágio vegetativo causa atrasos nas diferentes fases do estágio reprodutivo. Consequentemente, o rendimento de grãos é reduzido, além de elevar o comprimento do ciclo de desenvolvimento da cultura. A tolerância e a manutenção do crescimento das plantas de arroz sob estresse por frio dependem da concentração de ácido abscísico (ABA) (Mega et al., 2015). Portanto, sugere-se que os genótipos de arroz com maior comprimento de parte aérea identificados nesse estudo apresentam regulação adequada dos níveis de ABA endógeno.

4. CONCLUSÕES

Vinte e um genótipos de arroz foram caracterizados pelo maior comprimento de parte aérea sob estresse por frio no início do estágio vegetativo, indicando maior tolerância a esse estresse. Esses genótipos são fonte de genes para tolerância ao frio e são indicados para uso em blocos de cruzamentos visando o desenvolvimento de cultivares tolerantes ao frio no início do estágio vegetativo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JAROŠOVÁ, J.; PREROSTOVA, S.; ČERNÝ, M.; DOBREV, P.; GAUDINOVA, A.; KNIRSCH, V.; KOBZOVÁ, E.; MÜLLER, K.; FIALA, R.; BENCZÚR, K.; SZALAI, G.; NOVÁK, J.; BRZOBOHATÝ, B.; NOVAK, O.; VANKOVA, R. Hormonal responses of rice to organ-targeted cold stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 222, n. 105739, 2024.

MALTZAHN, L.E.; VIANA, V.E.; ARANHA, B.C.; CUSTÓDIO, T.V.; VENSKE, E.; MAIA, L.C.; COSTA DE OLIVEIRA, A.; PEGORARO, C. Evaluation of the effect of phenolic pigments on rice germination under low temperature conditions. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21(4), p. 410–418, 2022.

MEGA, R.; MEGURO-MAOKA, A.; ENDO, A.; SHIMOSAKA, E.; MURAYAMA, S.; NAMBARA, E.; SEO, M.; KANNO, Y.; ABRAMS, S.R.; SATO, Y. Sustained low abscisic acid levels increase seedling vigor under cold stress in rice (*Oryza sativa* L.). **Scientific Reports**, v. 5, n. 13819, 2015.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

SATYAKAM, ZINTA, G.; SINGH, R.K.; KUMAR, R. Cold adaptation strategies in plants-An emerging role of epigenetics and antifreeze proteins to engineer cold resilient plants. **Frontiers in Genetics**. v. 13, n. 909007, 2022.

SHAHZAD, N.; NABI, H.G.; QIAO, L.; LI, W. The Molecular Mechanism of Cold-Stress Tolerance: Cold Responsive Genes and Their Mechanisms in Rice (*Oryza sativa* L.). *Biology*, v. 13, n. 442, 2024.

STRECK, E.A.; AGUIAR, G.A.; SILVA, P.U. DA.; FRONZA, R.T.L.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. Genetic tolerance to low temperatures in irrigated rice. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51(3), n. e20196938, 2020.