

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

ESTRESSE OXIDATIVO E PARAMETROS ANALÍTICOS EM AVEIA BRANCA (AVENA SATIVA L.): ESTADO DA ARTE¹

Laura Mensch Pereira², Mara Lisiane Tissot-Squalli Houssaini³.

¹ Artigo de Revisão Bibliográfica desenvolvido na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I do curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUÍ

² Aluna do curso Ciências Biológicas da UNIJUÍ, bolsista PET/MEC/SESU, lauramensch@yahoo.com.br

³ Docente do Departamento de Ciências da Vida – DCVida, Grupo de Pesquisa Biodiversidade e Ambiente - AMBIO, Tutora do Programa de Educação Tutorial PET/MEC/SESU, UNIJUÍ.

Introdução

Entre os vários cultivares de inverno, a aveia ganha destaque como uma importante alternativa de exploração agrícola. Principalmente no Centro-Sul do Brasil, é uma opção para a agricultura neste período do ano, com a produção de forragem e grãos, como cobertura verde e em sistemas de plantio direto.

O produto deste cultivo, o grão de aveia, é amplamente utilizado na alimentação humana, por suas qualidades nutricionais elevadas em comparação com outros cereais. Também, a aveia é considerada um alimento funcional, pois pode contribuir para a redução da concentração de colesterol sanguíneo, prevenindo doenças cardíacas (FLOSS et al., 2007; SPADOTTI et al., 2012).

O uso de técnicas de manejo, como a adubação nitrogenada, é fundamental como um fator preponderante para a formação e desenvolvimento da aveia e a obtenção de altos rendimentos. Isto se dá em decorrência de sua influência no crescimento e desenvolvimento nos estádios iniciais da planta; o nitrogênio tem papel fundamental no metabolismo vegetal, por participar diretamente na biossíntese de proteínas e clorofilas. A insuficiência deste nutriente pode causar morte prematura das folhas e retardo de crescimento, porém em doses elevadas ele pode levar ao acamamento da planta. No acamamento, a planta perde a sua posição vertical e inclina-se, caindo sobre o solo, o que ocasiona redução da qualidade e do rendimento do grão de aveia, dificultando a venda do produto final. Para evitar o acamamento, indica-se o uso controlado de nitrogênio, combinado ao emprego de um redutor de crescimento. Este atua como inibidor da síntese de giberelina ou do seu acúmulo, controlando o alongamento celular (ANDRADE et al., 2003; MAROLLI, 2013; SPADOTTI et al., 2012).

As plantas frequentemente são expostas a estresse ambiental, como temperatura do ar, déficit hídrico e alagamento, deficiências minerais no solo, radiação e fatores abióticos. Em geral, o estresse é definido como um fator externo, que exerce uma influência desvantajosa sobre a planta (TAIZ; ZEIGER, 2006). Quando estas condições imperam por longos períodos, podem levar ao estresse oxidativo.

Esta pesquisa sistematizou o conhecimento relativo ao tema das espécies reativas de oxigênio em plantas e sua importância na defesa contra patógenos, o que pode ser usada como uma indicação de marcador de injúrias.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Metodologia

A coleta de dados para o estudo foi realizada em bancos de dados on-line, SCIELO, GOOGLE ACADÊMICO, portal de periódicos CAPES/MEC, utilizando as seguintes palavras de busca: oxidative stress in plants, reactive oxygen species, plant physiology, growth retardant, C4 synthesis and C3 synthesis, ecophysiology of oats, superoxide dismutase, trinexapac-ethyl, basic fertilization, e seus equivalentes em língua portuguesa. Foram incluídos livros, teses e artigos científicos. A partir da análise dos resumos, foram escolhidos apenas os trabalhos que apresentavam relevância para a revisão. Os principais temas escolhidos foram: espécies reativas de oxigênio; estresse oxidativo em plantas e sua resposta fisiológica; redutor de crescimento e cultura da aveia.

Resultados e discussão

Foram utilizados 18 artigos nos seguintes periódicos: Archives of Biochemistry and Biophysics, Australian Journal of Plant Physiology, Bioanálise, Brazilian Journal of Plant Physiology, Chemistry and Physics of Lipids, Ciência Rural, Embrapa, Journal of Biological Chemistry, Journal of Experimental Botany, Journal of Plant Physiology, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Physiologia Plantarum, Plant Cell Physiology, Plant Physiology, Planta Daninha, Postharvest Biology and Technology, Quimica Nova, Revista Facultad Nacional De Agronomía, Revista Brasileira Agrociência, Revista Ciência Agronômica, Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas, Scientia Agraria Paranaensis. Os textos analisados têm relevância para o estudo do tema, porém nenhum deles traz a abordagem escolhida.

O estresse oxidativo é gerado a partir de algumas alterações na distribuição dos elétrons na última camada do oxigênio molecular, o que pode levar à sua ativação e consequente influência em sistemas biológicos (RESENDE; SALGADO; CHAVES, 2003). Estas alterações podem ser desencadeadas com o excesso de luz, herbivoria, déficit hídrico, alagamento, utilização de herbicidas, metais pesados, desbalanço de nutrientes (ROSSI, 2012). Também, uma adubação inadequada pode estimular a produção de oxidantes e, assim, incrementar o estresse oxidativo em aveia (Fig. 1). O estresse oxidativo ocorre quando há um sério desequilíbrio no comportamento celular, entre a produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) e as defesas antioxidantes, causando danos ao metabolismo e à estrutura celular.

Figura 1: Adubação nitrogenada inadequada pode estimular o estresse oxidativo.

A produção de EROs, tais quais superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), oxigênio singlete (1O_2) e radical hidroxila ($\cdot OH$) é uma consequência inevitável do metabolismo aeróbico. Em plantas, as EROs são produzidas nas mitocôndrias, cloroplastos e nódulos fixadores de nitrogênio (APEL; HIRT, 2004). Estas espécies podem ser utilizadas como uma defesa contra patógenos, porém levam a danos proteicos, lipídicos e de DNA; assim, a produção e a remoção de EROs devem ser estritamente controladas e balanceadas (MØLLER, 2001; CASTILHOS, 2010).

Estima-se que 1% do total de oxigênio consumido no tecido vegetal participe da produção de EROs, sendo estas frequentemente produzidas como subproduto da respiração e fotossíntese (MØLLER,

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

2001). Contudo, as células apresentam mecanismos para prevenir e reparar o dano causado pelas EROs, desenvolvendo estratégias de defesa, as quais consistem em três linhas de defesa. A primeira é a anulação das ERO's, com a manutenção do equilíbrio entre a disponibilidade de substrato e exigência ATP. A segunda é a desintoxicação, com a atuação das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), o ascorbato, a glutathione peroxidase e o sistema tioredoxina. E a terceira linha compreende a reparação dos danos causados pelas ERO's (MØLLER, 2001), em vários compartimentos das células vegetais (Tab. 1).

Tabela 1: Mecanismos de remoção de EROs em células vegetais (segundo CASTILHOS, 2010).

A SOD é a enzima que converte O_2^- em H_2O_2 e está intimamente ligada com a CAT, pois é ela que converte o H_2O_2 em água, garantindo o balanço e reduzindo os danos causados. Além das enzimas, as proteínas de choque térmico (HSPs) atuam em resposta a um estresse. Muitas delas auxiliam as proteínas a suportar o estresse térmico. Com a elevação da temperatura, a tendência é que as proteínas se desdobrem deformando-se, porém, as HSPs, atuando como champeronas, encontram pedaços das proteínas que ainda estão dobradas e se agregam a elas, evitando assim a sua deformação e garantindo o funcionamento adequado das células. Algumas HSPs não estão apenas relacionadas com o estresse térmico, mas também são induzidas por estresses ou condições ambientais adversas, como déficit hídrico, lesão, baixa temperatura e salinidade (TAIZ; ZEIGER, 2006).

As condições de estresse oxidativo estão diretamente envolvidas com o metabolismo da planta, alterando e causando danos celulares, com a geração das espécies reativas de oxigênio. Com suas condições metabólicas alteradas, a energia que iria ser empregada para o melhor desenvolvimento de seus frutos e sementes, é então utilizada para a geração de enzimas antioxidantes protetoras dos danos celulares, e manutenção de seu metabolismo, assim perdendo qualidade nutricional e baixo rendimento.

Os níveis de estresse oxidativo são determinados pelas quantidades de O_2^- , H_2O_2 e radical $\cdot OH$ nas células, sendo alguns destes diretamente metabolizados pelas enzimas SOD e CAT. Assim, é possível determinar os níveis do estresse através da verificação da atividade enzimática. Se a partir dos testes enzimáticos for constatado aumento das atividades das enzimas, há a possibilidade de quantificar a atividade enzimática e gera-se a hipótese de que a planta analisada sofreu danos oxidativos. Esta informação pode ser empregada no monitoramento do cultivo da aveia, para melhorar seu manejo e aumentar o rendimento de grãos.

Considerações finais

As análises bioquímicas consistem em uma ferramenta importante, que podem ser empregadas, juntamente com as análises agrônômicas, para o monitoramento das condições da cultura, trazendo uma nova forma de entendimento sobre as condições de estresses gerados durante a produção e contribuindo para o aumento da produtividade de grãos.

Palavras chave: espécies reativas de oxigênio; redutor de crescimento e cultura da aveia.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Referências bibliográficas

- ANDRADE, A. C. et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). *Ciência agrotecnica*, v. edição esp, p. 1643–1651, 2003.
- APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual review of plant biology*, v. 55, p. 373–399, 2004.
- CASTILHOS, G. DE. Estresse oxidativo em resposta ao alumínio em aveia branca. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL FACULDADE DE AGRONOMIA, 2010.
- FLOSS, E. L. et al. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 29, n. 1, p. 1–7, 2007.
- MAROLLI, A. A modelagem matemática em aveia pelo emprego do redutor de crescimento ligado ao nitrogênio e elementos agroclimáticos. [s.l.: s.n.].
- MØLLER, I. M. Plant mitochondria and oxidative stress: Electron Transport, NADPH Turnover, and Metabolism of Reactive Oxygen Species. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v. 52, n. 1, p. 561–591, 2001.
- RESENDE, M. L. V.; SALGADO, S. M. L.; CHAVES, Z. M. Espécies ativas de oxigênio na resposta de defesa de plantas a patógenos. *Fitopatologia Brasileira*, v. 28, n. 2, p. 123–130, 2003.
- ROSSI, V. S. MECANISMO ANTIOXIDANTE EM PLANTAS10 mostra Acadêmica UNIMEP. Anais...2012
- SPADOTTI, G. et al. Ecofisiologia da aveia branca. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 11, n. 3, p. 1–15, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal - Taiz & Zeiger - 3a edição.pdf*. 3. ed. [s.l.] Artmed, 2006.



Adubação nitrogenada inadequada pode estimular o estresse oxidativo.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Mecanismo	Remove (produz)	Localização celular
Superóxido Dismutase	$O_2^{\cdot -}$ (H_2O_2)	Cloroplasto, Citosol, Mitocôndria, Peroxissomo
Catalase	H_2O_2 (H_2O)	Mitocôndria ?, Peroxissomo
Peroxidasas	H_2O_2 (H_2O)	Vários locais
Ciclo Ascorbato/Glutationa	H_2O_2 (H_2O)	Cloroplasto, Citosol?, Mitocôndria, Peroxissomo
Glutationa peroxidase	H_2O_2 (H_2O)	Cloroplasto, Citosol, Reticulo endoplasmático, Mitocôndria
Carotenos e tocoferol	H_2O_2 (H_2O)	Cloroplasto

Mecanismos de remoção de EROs em células vegetais (segundo CASTILHOS, 2010).