

RESUMO

COCCO, Kassia Luiza Teixeira. **Genótipos de soja sob condições de hipóxia: desempenho germinativo e alterações fisiológicas e bioquímicas.** 2017. 126f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

As mudanças na disponibilidade de oxigênio, impostas por condições de alagamento do solo, afetam vários aspectos da fisiologia das plantas e são problemas recorrentes em solos hidromórficos, durante várias etapas do desenvolvimento da cultura da soja. Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial germinativo, bem como alterações fisiológicas e bioquímicas em genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] submetidos a condições de hipóxia. Para isso, o trabalho foi dividido em dois experimentos. Experimento I – conduzido no Laboratório Oficial de Análise de Sementes (Embrapa/CPACT), utilizando sementes de 18 genótipos. A hipóxia foi induzida por meio da imersão das sementes em água deionizada, sendo avaliada em três períodos: zero (referente à testemunha); 12 horas e 24 horas. Foi realizado teste de germinação, primeira contagem de germinação, análise de crescimento de plântulas e condutividade elétrica. Experimento II – conduzido a campo, em condições naturais de luz e temperatura, com oito genótipos de soja. Os tratamentos consistiram em controle (sem aplicação de estresse) e aplicação de estresse hipóxico, em plantas no estádio V6, através da manutenção de uma lâmina de água sobre o solo, realizando-se as análises nos períodos de um, três e cinco dias, seguido de recuperação por três e sete dias (pós-hipóxia). Como variáveis fisiológicas, foram avaliadas a condutância estomática, os índices de clorofilas e de flavonoides, o índice de balanço de nitrogênio e os potenciais hídrico e osmótico foliares. Em relação às alterações bioquímicas, avaliaram-se as atividades de enzimas antioxidantes (Superóxido dismutase - SOD, Ascorbato peroxidase - APX e Catalase - CAT), os teores de peróxido de hidrogênio e peroxidação lipídica em folhas e raízes. No experimento I, os genótipos apresentaram resposta diferencial quando expostos à hipóxia durante o processo germinativo, de forma que os mais tolerantes sofrem menor influência, quanto maior for o período de exposição à hipóxia. Sugere-se que os genótipos BRS 246 RR, PELBR 10 - 6000, PELBR 10 - 6017, PELBR 10 - 6049 e PELBR 10 - 6050 apresentam maior tolerância e os genótipos PELBR 10 - 6005, PF 103251 e PF 11651, maior sensibilidade ao estresse por hipóxia na fase de germinação. No experimento II, em condições de alagamento, os genótipos de soja apresentaram redução na condutância estomática, índice de clorofilas, índice de balanço de nitrogênio (NBI) e potencial hídrico foliar. O ajustamento osmótico foi prescindível, em função dos demais ajustes fisiológicos apresentados pelos genótipos. O fechamento dos estômatos constitui uma rápida resposta adaptativa ao estresse por hipóxia, nos genótipos PELBR 10 - 6049 e PELBR 10 - 6050, além de aumentos da condutância estomática durante a recuperação. As respostas fisiológicas apresentadas pelos genótipos BRS 246 RR, PELBR 10 - 6049 e PELBR 10 - 6050 permitem inferir que os mesmos apresentam maior tolerância ao estresse por hipóxia e pós-hipóxia, nas condições avaliadas. Conjuntamente, as avaliações de condutância estomática, potencial hídrico foliar, índices de clorofila e NBI são eficientes para identificar tolerância e sensibilidade de genótipos de soja ao estresse por alagamento do solo em condições de campo e seu restabelecimento em condições pós-estresse. Ainda, verificou-se que plantas de soja são capazes de acionar, rapidamente, a resposta do sistema de defesa antioxidante enzimático. O estresse

oxidativo, nos genótipos PELBR 10 – 6049 e PELBR 10 – 6050, é contornado via ativação enzimática do complexo antioxidante, reduzindo H_2O_2 e a peroxidação lipídica, podendo conferir maior tolerância ao estresse sobre as condições avaliadas. Embora tenha havido alterações no sistema antioxidante e na formação de EROs na parte aérea de plantas estressadas, não foi tão expressiva quanto no sistema radicular. Em raízes de PF 103251 e PF 11651, a ativação do sistema antioxidante enzimático não foi suficientemente eficiente na redução do conteúdo de H_2O_2 e peroxidação lipídica, conferindo maior sensibilidade destes materiais ao estresse por alagamento. Com base no conjunto de avaliações, os genótipos BRS 246 RR, PELBR 10 – 6049 e PELBR 10 – 6050 responderam mais eficientemente à baixa disponibilidade de oxigênio durante os estádios de desenvolvimento avaliados, apresentando ajustes metabólicos que possibilitam maior tolerância à ocorrência de estresse hipóxico e pós-hipóxico.

Palavras-chave: *Glycine max*; déficit de oxigênio; germinação; estágio vegetativo; enzimas. 11

ABSTRACT

COCCO, Kassia Luiza Teixeira. **Soybean genotypes under hypoxia conditions: germination performance and physiological and biochemical changes.** 2017. 126f. Thesis (Ph.D.) – Post-Graduate Program in Plant Physiology, Institute of Biology, Botany Department, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2017.

Changes in oxygen availability, imposed by soil flooding conditions, affect several aspects of plant physiology and are recurrent problems in hydromorphic soils during various stages of soybean development. The objective of this work was to evaluate physiological and biochemical changes in soybean genotypes [*Glycine max* (L.) Merrill] submitted to hypoxic conditions. For this, the work was divided in two experiments. Experiment I - conducted at the Laboratory of Official Seed Analysis (EMBRAPA - CPACT) using seeds of 18 genotypes. Hypoxia was induced by immersion of the seeds in deionized water, being evaluated in three periods: zero (referring to control); 12 hours and 24 hours. Germination test, first germination count, seedling growth analysis and electrical conductivity were performed. Experiment II - conducted on field, under natural light and temperature conditions, with eight soybean genotypes. Treatments consisted of control (without stress application) and application of hypoxic stress in plants in V6 stage by maintaining a water blade on the soil. Analysis were performed on the first, third and fifth day of hypoxia followed by recovery on the third and seventh day (post-hypoxia). As physiological variables, stomatal conductance, chlorophyll and flavonoid indexes, nitrogen balance index and osmotic and water potential of leaves were performed. In relation to the biochemical alterations, the activities of antioxidant enzymes (Superoxide dismutase - SOD, Ascorbate peroxidase - APX and Catalase - CAT), hydrogen peroxide contents and lipid peroxidation in leaves and roots were evaluated. In experiment I, genotypes showed differential responses when exposed to hypoxia during the germination process, so that the most tolerant genotypes suffer less influence as longer the period of exposure to hypoxia. It is suggested that the genotypes BRS 246 RR, PELBR 10-6000, PELBR 10-6017, PELBR 10-6049 and PELBR 10-6050 present higher tolerance and the genotypes PELBR 10-6005, PF 103251 and PF 11651 present higher sensitivity to stress by hypoxia in the germination phase. In the experiment II, under conditions of flooding soybean genotypes showed reduction in stomatal conductance, chlorophyll index, nitrogen balance index (NBI) and leaf water potential. The osmotic adjustment was dispensable, due to the other physiological adjustments presented by the genotypes. Stomatal closure is a rapid adaptive response to hypoxia stress in the genotypes PELBR 10 - 6049 and PELBR 10 - 6050, as well as increases in stomatal conductance during recovery. The physiological responses presented by the genotypes BRS 246 RR, PELBR 10 - 6049 and PELBR 10 - 6050 allow us to infer that they present higher stress tolerance to hypoxia and post - hypoxia under evaluated conditions. Collectively, evaluations of stomatal conductance, leaf water potential, chlorophyll and NBI indexes are efficient to identify tolerance and sensitivity of soybean genotypes to soil flooding stress under field conditions and their recovery under post-stress conditions. Also, it was found that soybean plants are able activate quickly the response of the enzymatic antioxidant defense system. Oxidative stress, in the genotypes PELBR 10 - 6049 and PELBR 10 - 6050 is bypassed by enzymatic activation of the antioxidant complex, reducing H₂O₂ contents and lipid peroxidation, which may confer higher tolerance to stress under evaluated conditions. Although there were alterations in the antioxidant system and production of ROS in the shoots of stressed plants, it was not so remarkable as in the root system. In roots of PF

103251 and PF 11651, the activation of the enzymatic antioxidant system was not efficient enough to reduce H₂O₂ content and lipid peroxidation, giving a higher sensitivity of these materials to flooding stress. Based on evaluation set, genotypes BRS 246 RR, PELBR 10 - 6049 and PELBR 10 - 6050 responded more efficiently to the low oxygen availability during the evaluated stages of soybean development, presenting metabolic adjustments that allow greater tolerance to the occurrence of hypoxic and post-hypoxic stress.

Keywords: *Glycine max*, oxygen deficit, germination, vegetative stage, enzymes.