

## **BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO COMO BIOINSUMOS E SUA INTERAÇÃO COM GRAMÍNEAS: CONTRIBUIÇÕES DE UM GRUPO DE PESQUISA**

**Santos, M. F.<sup>1</sup> & Vendruscolo, E.C.G<sup>1</sup>.**

**<sup>1</sup>LaBioGen, Departamento de Biociências, Setor Palotina da UFPR**

*Um incentivo às próximas gerações de pesquisadores.*

No interior do estado do Paraná, o grupo de pesquisa do Laboratório de Bioquímica e Genética (LaBioGen) do Setor Palotina da UFPR, vem desde 2009, se dedicando a estudar a interação planta – bactéria para contribuir nos estudos e promover uma agricultura mais eficiente e ambientalmente sustentável, em especial de gramíneas, como trigo, milho e braquiária. As bactérias denominadas de bactéria promotoras do crescimento vegetal – ou Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB), avaliadas nesses estudos foram em especial a *Herbaspirillum seropedicae* estirpe SmR1 e *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6.

O Labiogen atende a alunos da graduação e pós-graduação e os projetos convergem para a Linha de Biotecnologia Agrícola do PPG em Biotecnologia e da linha em Biotecnologia do PPG Multicêntrico de Bioquímica e Biologia Molecular. Ao longo desses anos fomentou a formação de inúmeros estudantes e diversos trabalhos, como também contribuições à produção de inoculantes foram desenvolvidos. Com o conhecimento de que as variedades ou cultivares das plantas respondiam diferentemente a diferentes bactérias, fomos em busca de encontrar aquelas variedades de plantas que melhor respondiam à inoculação com a bactéria. Os projetos no início tiveram o objetivo de realizar um *screening* de genótipos de gramíneas de interesse da região, onde estamos localizadas responsivos à inoculação com *H. seropedicae* e *A. brasilense*. NEIVERTH e colab., 2014, nossa primeira estudante, avaliou entre 5 genótipos de trigo (*Triticum aestivum*, L.) da COODETEC e dois desses genótipos, CD120 e CD104, apresentaram resposta diversificada, sendo o CD120 o que se apresentou como positivamente influenciado sob a inoculação *H. seropedicae*, assim para a associação e, o CD104 como o que não apresentava resposta positiva em produtividade. Já, LEMOS e colab., 2013, estudando 5 genótipos, demonstrou que o CD150 indicou ser mais associativa. Também avaliamos o potencial de recuperação de plantas frente à condição de restrição hídrica em genótipos de trigo, um problema presente na região oeste por ocasião da ocorrência dos

veranicos em épocas em que o trigo atravessa a fase vegetativa para a reprodutiva. BORDIGNON-HENDGES, 2015 mostrou que a cultivar CD120 inoculada com *H. seropedicae*, após 8 dias de restrição hídrica durante o período do emborrachamento apresenta menores níveis de prolina, e maior resposta da enzima superóxido dismutase comparado ao tratamento testemunha e reproduzindo níveis do tratamento, além de maior massa de 100 sementes. FURLAN e colab., 2017 demonstrou, a partir de avaliações fisiológicas que a inoculação de *A. brasilense* e *H. seropedicae* foi capaz de levar o CD 120 à tolerância à seca. Além disso, teve a massa de 1000 grãos melhorada em todas as condições em que a inoculação esteve presente. REZENDE, 2022 demonstrou que a CD120 adquire tolerância ao estresse hídrico após por 15 dias de restrição. Nessa avaliação o uso da cultivar CD104 não responsiva a inoculação com *H. seropedicae* porém caracterizada como tolerante ao estresse hídrico, foi a chave para a caracterização. A cultivar CD104 apresentou sempre alta atividade glutaciona-S-transferase (GST) mesmo em condição sem inoculação (testemunha) e a CD120 apresentou aumento da atividade GST apenas quando inoculada com a *H. seropedicae*, mantendo níveis de produtividade.

Nas pastagens, SNAK, 2018 demonstrou que *A. brasilense* foi a bactéria que promoveu os maiores aumentos de parte aérea e radicular, manutenção da área estomática em ambas as condições (controle e estressado), podendo ser considerada como a melhor estirpe para fins comerciais.

Outros estudos se dirigiram para entender se as diferentes respostas do CD120 e CD104 quanto a inoculação com a *H. seropedicae* se estenderia a fase reprodutiva, que é importante para a produtividade do trigo. (ROMANI-ORTOLAN, 2015) em estudos na fase de perfilhamento e emborrachamento, observou que marcadores de estresse e fitopatológico como conteúdo de prolina e a enzima fenilalanina-amônia liase na cultivar CD120 estendem seus efeitos até a fase de emborrachamento, enquanto para a CD104 não. A CD120 caracterizada por ser mais resistente a doença, demonstra um efeito prolongado da inoculação.

Outra linha desenvolvida foi o estudo proteômico da interação planta-bactéria usando as mesmas variedades de trigo no modelo para a interação com a bactéria *H. seropedicae*. O perfil proteômico de raízes do trigo cv. CD104 na ausência de nitrogênio e na presença da bactéria apresentaram como resposta a abundância de proteínas como a beta-1,3-glucanase e quitinases, sugerindo a ocorrência de respostas de hipersensibilidade e resistência a doenças em plantas que foram promovidas pela bactéria. Um número muito

baixo da bactéria foi visto no xilema no tempo do experimento, avaliado por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Entretanto proteínas exclusivas de *H. seropedicae* foram identificadas e foram relacionadas à atividade de síntese, metabolismo de energia e carboidratos e atividade de fixação biológica de nitrogênio (GONZALEZ, 2021). Estudos de análise proteômica foram usados também para a identificação de proteínas de folha no mesmo modelo, entretanto nesses estudos foi dada ênfase às proteínas de cloroplasto e os dados foram correlacionados ao sistema fotossintético (PS). Como resultado, foi mostrado que a CD120 comparada com a CD104 apresenta maior capacidade de recuperação do PS além de que, a CD120 inoculada apresenta mais proteínas em comum com um controle onde o trigo estava em meio com nitrogênio (NEIVERTH, 2020). Algumas relações de RNAm foram avaliadas e mostraram aumento de expressão de genes da Glutamato-1-semialdeído 2,1-aminomutase (GSA), relacionado com grande eficiência de síntese da clorofila pela CD120 (MARTINS, 2023).

Recentemente, a equipe do grupo de pesquisa ganhou expertise também na metagenômica taxonômica e funcional. Realizamos estudos sobre a metagenômica da microbiota de biodigestores (VENDRUSCOLO e colab., 2020); metagenômica taxonômica de plantas de milho em diferentes condições de manejo: plantio direto e pousio (VENDRUSCOLO e colab., 2022), e da interação planta bactéria sobre o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* em braquiária (VENDRUSCOLO e colab., 2023). Nesses estudos foi possível observar que a inoculação aumentou a biomassa aérea da planta de braquiária. No entanto, não proporcionou maior biomassa radicular. A textura do solo e o conteúdo de matéria orgânica são elementos críticos que moldam as comunidades da rizosfera.

Como perspectivas futuras, pretende-se estudar possíveis genes diferencialmente expressos pela presença da bactéria e estabelecer o efeito da inoculação na microbiota de gramíneas, levantar novos genótipos de trigo comerciais responsivos à inoculação entre outros. Pois, confirmando o que a literatura já aponta, existem diversos efeitos a serem contabilizados para se afirmar o uso de um inoculante como as promotoras de crescimento vegetal, como solo, microbiota, variedade ou cultivar. Entretanto, como não está totalmente esclarecido os modos de associação das bactéria e plantas, continuamos buscando meios de estudar para que o futuro tenhamos menor degradação da natureza.

#### Referências

BORDIGNON-HENDGES, Flávia. **Efeito antioxidante da bactéria *Herbaspirillum***

***seropedicae* associada a genótipo de trigo submetido ao déficit hídrico e fertilização nitrogenada.** 2015. 63 f. UNIOESTE, 2015. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/1260>>.

FURLAN, Fernando e colab. **Plant growth-promoting bacteria effect in withstanding drought in wheat cultivars.** Scientia Agraria, v. 18, n. 2, p. 104–113, 2017. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/51385/32861>>.

LEMOS, Juliane Mendes e colab. **Response of wheat cultivars to inoculation of seeds with *Azospirillum brasilense* and to nitrogenous fertilizer side dressed to the plants.** Científica, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p. 189–198, 2013.

MARTINS, Giovana. **Expressão de RNA de proteínas do cloroplasto de trigo (*Triticum aestivum* var. Lini) cultivado in vitro na ausência de nitrogênio e na presença da bactéria *Herbaspirillum seropedicae* SmR1.** 2023. 34 f. UFPR, 2023.

NEIVERTH, Adeline e colab. **Performance of different wheat genotypes inoculated with the plant growth promoting bacterium *Herbaspirillum seropedicae*.** European Journal of Soil Biology, v. 64, p. 1–5, 2014.

REZENDE, Hemilly Karini. **Características fisiológicas e bioquímicas de plantas de trigo inoculadas com *Herbaspirillum seropedicae* SmR1 expostas a estresse hídrico no início do florescimento.** 2022. 51 f. Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina, 2022. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/77575>>.

ROMANI-ORTOLAN, Sarah. **Avaliação de parâmetros do metabolismo de carbono e nitrogênio e de respostas ao estresse na associação de trigo com a bactéria *Herbaspirillum seropedicae*.** 2015. 1–27 f. Universidade do Oeste do Paraná - Campus Marechal Candido Rondon, 2015. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/1294>>.

SNAK, Aline. **Associação de bactérias endofíticas com forrageiras e submetidas ao déficit hídrico.** 2018. 144 f. AcervoDigital da UFPR, 2018. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/55608>>.

VENDRUSCOLO, Eliane Cristina Gruszka e colab. **Corn rhizosphere microbial community in different long term soil management systems.** Applied Soil Ecology, v. 172, n. December 2021, p. 104339, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104339>>.

VENDRUSCOLO, Eliane Cristina Gruszka e colab. **Microbial communities network analysis of anaerobic reactors fed with bovine and swine slurry.** Science of the Total Environment, v. 742, p. 140314, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140314>>.

VENDRUSCOLO, Eliane Cristina Gruszka e MESA, Dany e MISSIO, Robson Fernando. **Effect in soil and rhizosphere microbiota of *Brachiaria* inoculated with *Azospirillum brasilense*: a pilot trial in two oxisol types.** Soil Research, p. A-M, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1071/SR22201>>.