

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL

CÂMPUS CHAPADÃO DO SUL

MARIA GIULIA HAYASHI

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DO SOLO REINOCULADO E COINOCULADO
COM BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO ASSOCIADAS À
MICRONUTRIENTES NA SOJA

CHAPADÃO DO SUL – MS

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL

CÂMPUS CHAPADÃO DO SUL

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DO SOLO REINOCULADO E COINOCULADO
COM BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO ASSOCIADAS À
MICRONUTRIENTES NA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como requisito parcial para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^ª. Dra. Meire Aparecida
Silvestrini Cordeiro.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2023



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTORA: **MARIA GIULIA HAYASHI.**

ORIENTADORA: **Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro.**

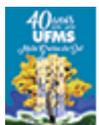
Aprovada pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHARELA EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul.

Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro
Presidente da Banca Examinadora e Orientadora

Profa. Dra. Rita de Cássia Félix Alvarez
Membro da Banca Examinadora

Prof. Dr. Ricardo Gava
Membro da Banca Examinadora

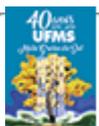
Chapadão do Sul, 13 de junho de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro, Professora do Magistério Superior**, em 13/06/2023, às 14:47, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rita de Cassia Felix Alvarez, Professora do Magistério Superior**, em 13/06/2023, às 14:48, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Gava, Professor do Magisterio Superior**, em 13/06/2023, às 14:48, conforme horário oficial de [Mato Grosso do Sul](#), com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4124409** e o código CRC **4840B95C**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me conceder saúde, sabedoria e força em todos os momentos.

Ao meu pai Andre Toshio Hayashi e principalmente a minha mãe Marizete Aparecida Pires da Silva que me incentivou constantemente a concluir essa jornada, e ambos por me darem todo o suporte financeiro durante essa trajetória, a minha irmã Mariane Naomi Hayashi, a minha avó Miyeko Hayashi, que mesmo nos dias difíceis, estiveram ao meu lado.

Ao meu marido Bruno Henrique Florio Silva que deu todo o suporte na coleta dos materiais e compartilhou de seu trabalho permitindo que este fosse realizado.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul por todo conhecimento compartilhado e todo aprendizado ao longo de minha trajetória, de suma importância para meu crescimento pessoal e profissional.

A minha orientadora professora Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro, por todo o auxílio durante a realização deste trabalho, assim como todas as orientações.

A todos os professores que tive a honra de conhecer, trocar experiências e aprendizado.

Aos meus amigos que tornaram essa trajetória mais leve e divertida e ao Juliano Lucas Cardoso Jesus que me auxiliou nas análises.

A todos que me ajudaram meu sincero obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS.....	17

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DO SOLO REINOCULADO E COINOCULADO COM BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO ASSOCIADAS À MICRONUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar os indicadores microbiológicos do solo com reinoculação e coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* associadas ao uso cobalto e molibdênio em aplicação foliar na cultura da soja. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, com um total de vinte e quatro parcelas, sendo os tratamentos: T1 (Testemunha –sem nenhuma inoculação em cobertura apenas inoculação e coinoculação na semeadura), T2 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Azospirillum brasilense*), T3 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Azospirillum brasilense* + 150 mL ha⁻¹ de CoMo), T4 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Bradyrhizobium japonicum*), T5 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Bradyrhizobium japonicum* +150 mL ha⁻¹ de CoMo), T6 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Bradyrhizobium japonicum* + 150 mL ha⁻¹ *Azospirillum brasilense*). A coleta das amostras de solo e planta foram realizadas durante o período de florescimento pleno da cultura. Foram então executadas análises referentes ao carbono da biomassa microbiana do solo, a respiração microbiana do solo, o quociente metabólico, número de nódulos, peso de nódulos e produtividade. Concluiu-se que a reinoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* associadas ao uso de cobalto e molibdênio em aplicação foliar, proporcionaram benefícios para todos os indicadores microbiológicos e componentes de produtividade avaliados em relação a testemunha, refletindo na produtividade da cultura da soja.

PALAVRAS-CHAVE: Fixação biológica, promotores de crescimento de plantas, metabolismo do solo.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) é uma leguminosa de grande importância no cenário mundial, sendo o Brasil um grande produtor com produção estimada na safra de 2022/23 de 155,7 milhões de toneladas, superando a produção da safra anterior em 30,2 milhões de toneladas. (Conab, 2023). Para atingir níveis superiores de produtividade é necessário grande aporte tecnológico, que nos últimos anos vem sendo fortemente associado a necessidade de uma cadeia de produção agrícola sustentável. Nesses sistemas de produção foram adotadas diversas práticas que tem como objetivo reduzir os efeitos danosos sobre a qualidade biológica do solo, promovendo os atributos microbianos como a diversidade de microrganismos, atividades enzimáticas, taxas de respiração e biomassa microbiana do solo.

Os indicadores microbiológicos refletem aspectos da qualidade do solo e podem ser utilizados para monitorar a atividade biológica, o estoque de nutrientes e a estrutura do solo em diferentes ecossistemas (Gregorich et al., 1994). Tendo em vista este conceito, é possível concluir o papel desses organismos na qualidade do solo, atuando nos processos de degradação da matéria orgânica, ciclagem dos nutrientes e na interação da microbiota e as espécies cultivadas, especialmente as de importância agrícola. A microbiota do solo é considerada um dos indicadores mais importantes, pois possuem sensibilidade para indicar perturbações ou estresse no ecossistema pela ação antrópica, entre as técnicas utilizadas para manter a produção biológica sustentável destaca-se a utilização de inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio (Epelde et al., 2014).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é a principal forma de absorção de N pela cultura, sendo o nutriente requerido em maior quantidade durante o ciclo, quando associada a bactérias do gênero *Bradyrhizobium* proporcionam maior formação de nódulos radiculares que fixam o N atmosférico, podendo fornecer todo o suplemento de N que a cultura necessita. O uso de técnicas como a inoculação tornam o Brasil uma referência na área (Taiz et al., 2017).

A coinoculação com a bactéria *Azospirillum brasilense* associada ao *Bradyrhizobium* é uma tecnologia que vem sendo estudada e promete potencializar o rendimento dos grãos na cultura em até 16%. O uso associado das bactérias produzem efeitos sinérgicos e auxiliam e induzem o crescimento das plantas, através da produção de hormônios de crescimento, também são capazes de solubilizar o fosfato e realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Hungria

e Nogueira, 2014).

A aplicação dos micronutrientes Cobalto (Co) e Molibdênio (Mo) são imprescindíveis para elevação da fixação biológica de nitrogênio (FBN). O Co tem função na síntese da vitamina B12 (cobalamina), que participa na formação da leg-hemoglobina, um determinante na atividade dos nódulos, já o Mo tem participação na enzima nitrogenase, responsável por alavancar a eficiência da FBN (Ceretta et al., 2005).

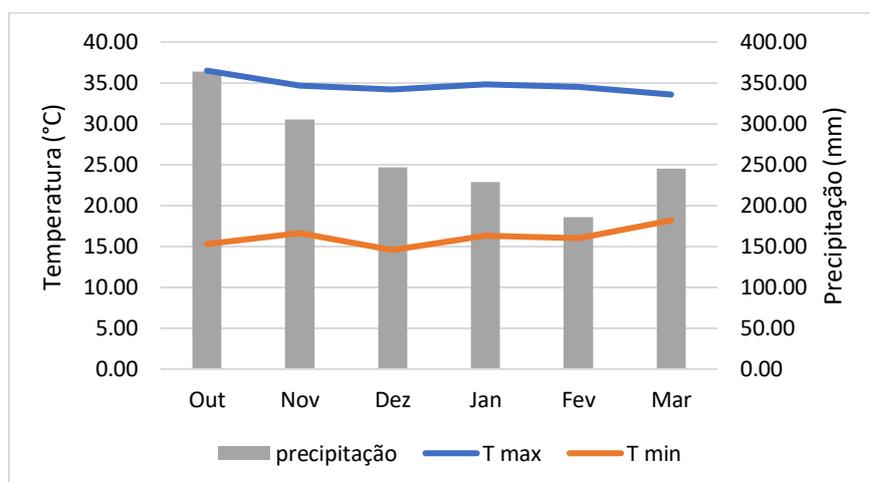
O uso de bactérias fixadoras de nitrogênio necessita de cuidados, pois as bactérias fixadoras de nitrogênio podem competir com os outros microrganismos já presentes no solo, apresentar potencial incompatibilidade química com os tratamentos de semente, sensibilidade a altas temperaturas, e outros fatores físicos e climáticos, levando a perdas de eficiência (Hungria et al., 2013a). Tendo em vista as perdas causadas durante a operação de plantio, o estudo trabalhou com a inoculação em áreas de cultivo estabelecido dentro da mesma safra, denominado recoinoculação, associando as bactérias fixadoras com micronutrientes em aplicação foliar para obter maior eficiência na FBN e conseqüentemente ganho no rendimento dos grãos.

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar os indicadores microbiológicos do solo com reinoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* associadas ao uso de cobalto e molibdênio em aplicação foliar na cultura da soja.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da AGROTEC, localizada no município de Chapadão do Sul, MS, Brasil, com latitude de 18°47'09" S, longitude 52°42'00" W e altitude de 819 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo tropical úmido (Aw), verão chuvoso e inverno seco, precipitação média anual de 1.850 mm, com médias históricas anuais de temperatura variando entre 13°C a 28 °C. As informações climáticas referentes às médias de precipitação pluviométrica durante todo período experimental estão demonstradas na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação pluviométrica observada no campo experimental AGROTEC, entre os meses de Outubro/2021 a Março/2022. Chapadão do Sul/MS.



Fonte: Estação meteorológica AGROTEC.

O solo no local onde o experimento foi instalado está classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de acordo com Santos et al. (2018). Onde em safras anteriores era adotado o cultivo de diversas espécies voltadas para a produção de grãos (milho) e cobertura (nabo, milheto, crotalaria, entre outras), no período que antecedeu o plantio foi realizada a amostragem do solo para a possível correção. O resultado da análise química de solo encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado das análises químicas do solo na camada de 0 a 20 cm, da estação de pesquisa agrônômica Agrotec, Chapadão do Sul – MS, safra 2021/22.

Prof. (cm)	CaCl ₂ pH	Ca+Mg cmolc.dm ⁻³	Ca	Mg	Al	H+Al	K	P(mel) mg.dm ⁻³ (ppm)	S	CTC cmolc	V %
0 - 20	5,40	6,70	4,80	1,90	0,08	4,40	0,31	31,70	8,80	11,41	61,40

De acordo com os dados obtidos através da análise química, não houve necessidade de correção dos parâmetros do solo, uma vez que, a saturação por base já se encontrava acima de 60%. Em pré-semeadura foi aplicado em área total 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio KCl (00-00-60). A semeadura do experimento foi realizada no dia 22/11/2021, distribuindo-se 12 sementes por metro da variedade DM 75i74 IPRO, com profundidade de 2 a 3 cm, conforme as

orientações da detentora da genética. Fornecendo 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando-se o Superfosfato triplo como fonte de fósforo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) composto por 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 parcelas. As parcelas possuíam 5 linhas espaçadas em 0,45 m x 5 m de comprimento, sendo a área útil constituída pelas três linhas centrais com 3 m de comprimento, descartando uma linha de cada lado como bordadura.

Para todas os tratamentos, foi realizado o tratamento de sementes com o inoculante a base de *Bradyrhizobium japonicum* com a dose recomendada para a cultura da soja de 2 mL Kg⁻¹. Os tratamentos foram compostos por: T1 (testemunha) sem aplicação foliar, T2 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Azospirillum brasilense*), T3 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Azospirillum brasilense* + 150 mL ha⁻¹ de CoMo), T4 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Bradyrhizobium japonicum*), T5 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Bradyrhizobium japonicum* + 150 mL ha⁻¹ de CoMo), T6 (aplicação foliar de 150 mL ha⁻¹ *Bradyrhizobium japonicum* + 150 mL ha⁻¹ *Azospirillum brasilense*). Para a realização do trabalho foi utilizado como fonte de *Bradyrhizobium japonicum*, as cepas SEMIA 5079 e 5080, com uma concentração bacteriana de 5 x 10⁹ UFC mL⁻¹ (unidades formadoras de colônia), *Azospirillum brasilense*, as estirpes AbV5 e AbV6, com uma concentração bacteriana de 2 x 10¹¹ UFC L⁻¹, o fertilizante utilizado como fonte dos micronutrientes cobalto e molibdênio possuía concentrações de 2,8% pentóxido de difósforo (P₂O₅), 15% molibdênio (Mo) e 1,5% de cobalto (Co).

A aplicação dos tratamentos (reco inoculação e coinoculação) foi realizada no estágio fenológico V6, com margem de 40 cm acima da cultura, utilizando equipamento de pulverização costal de pressão constante (CO₂), barra equipada com 6 pontas tipo jato leque (XR110015), operando com pressão de 2,0 Bar e volume de calda de 120 L ha⁻¹, ao final da tarde, buscando melhor umidade relativa do ar e temperaturas amenas.

A coleta do solo foi realizada durante o estágio vegetativo V8, com o auxílio de um kit furadeira em 7/8" de 0-20cm (1 broca helicoidal 7/8" x 0-20cm (530mm total); 1 base de coleta 7/8"; 1 balde coletor 7/8" e 1 limitador de profundidade 7/8"), foram coletadas amostras na profundidade de 0-20cm aos quais foram homogenizadas em uma única amostra e levadas ao Laboratório de Solos, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Câmpus de Chapadão do Sul, onde o solo foi armazenado em sacos plásticos e conservado em geladeira a 4°C. Foram então realizadas análises referentes ao carbono da biomassa microbiana do solo, a respiração microbiana do solo e o quociente metabólico.

O carbono da biomassa microbiana do solo (C-BM) foi avaliado pelo método da

fumigação-extração (Vance et al., 1987) após incubação por 24 h, extração com K_2SO_4 0,5 mol L^{-1} , oxidação com $K_2Cr_2O_7$ 0,0667 mol L^{-1} e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,0333 mol L^{-1} . A respiração microbiana do solo (RMS) foi mensurada pela liberação de CO_2 a partir de 10 g de solo durante dez dias, com extração através de NaOH 0,05 mol L^{-1} e titulação com HCl 0,05 mol L^{-1} (Alef e Nannipieri, 1995). Para a determinação do quociente metabólico (qCO_2), foi utilizado a metodologia de Anderson e Domsh (1993), conforme a equação: $qCO_2 = C-CO_2/C-BM$; em que, $C-CO_2$ é a taxa de respiração basal do solo (mg de $C-CO_2$ kg^{-1}), e $C-BM$ é o carbono da biomassa microbiana (mg de CO_2 kg^{-1}).

Para a avaliação do peso fresco de nódulos (PN) e número de nódulos (NN), foram coletadas 3 plantas da parcela, quando a cultura se encontrava no estágio reprodutivo R1/R2. A contagem do número de nódulos (NN) foi realizada de maneira manual e a pesagem dos nódulos para obtenção do peso fresco de nódulos (PN) foi feita através da utilização de uma balança de precisão.

No momento que a cultura se apresentava no estágio fenológico de R8, isto é, maturação plena, efetuou-se a colheita manual em 3,0 m das 3 linhas centrais, para determinação da produtividade de grãos (PROD) da cultura. Para calcular a produtividade (PROD), o teor de água dos grãos foi ajustado para 13% de umidade. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância com médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 3 que houve efeito significativo dos tratamentos para as variáveis: carbono na biomassa microbiana (CBM), respiração microbiana do solo (RMS), quociente metabólico (qCO_2), peso fresco de nódulos (PN), número de nódulos (NN) e produtividade de grãos (PROD).

Tabela 3. Carbono da biomassa microbiana (CBM, μg C g^{-1} solo seco), respiração microbiana do solo (RMS, mg $C-CO_2$ g^{-1} solo seco), quociente metabólico (qCO_2), peso fresco de nódulos (PN, g), número de nódulos (NN) e produtividade de grãos (PROD, sc ha^{-1}) recoinoculado e coinoculado com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* associadas ao uso de cobalto e molibdênio em aplicação foliar na cultura da soja.

FONTE DE VARIACÃO	GL	QUADRADO MÉDIO DO RESÍDUO					
		CBM	RMS	$q\text{CO}_2$	PN	NN	PROD
Tratamento	5	2692,65*	513,36*	3,24*	0,11*	439,1*	68,25*
Bloco	3	79,83	112,46	0,43	0,02	162,15	9,45
Erro	15	314,08	101,77	0,30	0,03	72,81	11,46
CV (%)		9,88	18,88	17,98	18,70	11,68	4,55

*Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Índices microbiológicos e produtividade de grãos de soja recoinoculado e coinoculado com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* associadas ao uso de cobalto e molibdênio em aplicação foliar na cultura da soja.

TRATAMENTOS	VARIÁVEIS					
	CBM	RMS	$q\text{CO}_2$	PN	NN	PROD
T1	146,42 b	67,65 b	4,68 b	0,59 b	55,00 b	67,26 b
T2	204,59 a	44,82 ab	2,21 a	0,98 a	82,54 a	78,02 a
T3	169,99 ab	37,95 a	2,24 a	1,07 a	84,00 a	76,30 a
T4	197,12 a	59,67 ab	3,03 a	0,94 ab	70,00 ab	78,23 a
T5	154,22 b	48,95 ab	3,15 a	0,90 ab	74,70 a	72,71 ab
T6	204,05 a	61,60 b	3,03 a	0,83 ab	72,00 ab	74,07 ab

*Tratamentos apresentando letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 (Testemunha –sem nenhuma inoculação em cobertura apenas inoculação e co-inoculação na semente), T2 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *Azospirillum brasilense*), T3 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *A. brasilense* + 150 mL ha⁻¹ de CoMo), T4 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *B. japonicum*), T5 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *Bradyrhizobium japonicum* +150 mL ha⁻¹ de CoMo), T6 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *B. japonicum* + 150 mL ha⁻¹ *A. brasilense*).

Observou-se com esse experimento que todos os tratamentos T2 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *Azospirillum brasilense*), T3 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *A. brasilense* + 150 mL ha⁻¹ de CoMo), T4 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *B. japonicum*), T5 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *Bradyrhizobium japonicum* + 150 mL ha⁻¹ de CoMo) e T6 (aplicação de 150 mL ha⁻¹ *B. japonicum* + 150 mL ha⁻¹ *A. brasilense*) foram benéficos para a comunidade microbiana em relação a T1 (Testemunha –sem nenhuma inoculação em cobertura apenas inoculação e co-inoculação na semeadura) para todas as variáveis que compõe este estudo.

O carbono da biomassa microbiana tem sido apontado como um indicador de qualidade, possuindo a sensibilidade para detectar modificações no solo antes mesmo que os teores de matéria orgânica sejam alterados de forma significativa (Mendes, 2002). Em um experimento conduzido por Santana et al. (2017) foi apontado que o carbono da biomassa microbiana (CBM) responde ao acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, onde a presença de microrganismos associadas a exsudados radiculares promovem um desenvolvimento da biomassa microbiana no solo.

No estudo realizado é possível identificar os resultados benéficos gerados pela associação de bactérias fixadoras (T6), pela ação isolada das mesmas (T2 e T4) e na interação das bactérias com micronutrientes (T3 e T5). Onde a biomassa microbiana do solo foi beneficiada em todos os tratamentos, destacando-se os tratamentos T2, T4 e T6, que apresentaram as maiores médias pelo uso de *B. japonicum* que promovem melhores taxas de fixação biológica de nitrogênio (FBN) e *A. brasilense* que atua no crescimento radicular e síntese de fitormônios, bem como sua ação em conjunto (co-inoculação).

Nesse contexto, à medida em que a biomassa microbiana se torna mais eficiente e desenvolvida, menos carbono é perdido como CO₂ pela respiração e uma razão significativa desse carbono é incorporada à biomassa microbiana. A respiração microbiana do solo (RMS) pode ser determinada pelo consumo de oxigênio ou pela emissão de CO₂. Segundo Araújo e Monteiro (2007), a avaliação da respiração do solo pela liberação de CO₂ é mais sensível devido à menor concentração do dióxido de carbono na atmosfera, permitindo uma avaliação mais precisa.

Considerando a mesma constituição, uma biomassa microbiana que apresenta alta eficiência teria menor taxa de CO₂ emitida pela RMS. Observando os tratamentos realizados é possível concluir que o T3 apresentou melhor média na taxa de respiração microbiana (RMS), contudo, não apresentou maior média na variável de biomassa microbiana (CBM). Em um

estudo conduzido por Roscoe et al. (2006) a alta taxa de respiração pode ser interpretada como característica desejável quando se considera que a decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para as plantas, explicando que por mais que os tratamentos T2, T4 e T6 não tenham apresentado médias superiores para a RMS como apresentaram para a variável CBM, não significa que não tenham sido benéficos para a microbiota do solo. Concluindo-se que a alta taxa de respiração pode indicar um alto nível de desenvolvimento do ecossistema bem como um possível distúrbio.

O quociente metabólico (qCO_2) é dado pela correlação dos dados referentes ao carbono da biomassa microbiana (CBM) e a respiração microbiana do solo (RMS), elevados valores no quociente metabólico indica que a massa microbiana está oxidando o carbono presente em suas células para manutenção da mesma no solo (Anderson e Domsch, 1993) indicado estresse.

Nesse estudo observou-se que todos os tratamentos apresentaram médias superiores a testemunha quando se avalia a variável de quociente metabólico, indicando que os tratamentos aplicados foram benéficos para a microbiota do solo e não promoveram a degradação da microbiota ali presente. Portanto, é comprovado por esse estudo que a RMS e a CBM não devem ser analisadas isoladamente para indicar a qualidade biológica de um solo, e sim, em conjunto.

Ao contrário dos indicadores microbiológicos que necessitam de um conjunto de análises para interpretação de um resultado que possa estabelecer a qualidade da bióta do solo em um ecossistema (Mendes et al., 2011). Os indicadores físicos como o peso fresco de nódulos (PN), número de nódulos (NN) e produtividade de grãos (PROD) são bem definidos e possuem amplo referencial.

Em trabalho realizado por Moretti et al. (2018), foi realizada a reinoculação por cobertura em diferentes estádios fenológicos de desenvolvimento da soja, onde, observou-se que não houve disparidade no peso dos nódulos em prol das diferentes épocas de aplicação. Já Braccini et al. (2016), em trabalho realizado associando peso e número de nódulos com métodos de aplicação das bactérias *B. japonicum* e *A. Brasilense*, foi obtido resultados significativos para PN quando utilizado uma dose de *B. japonicum* associado ao tratamento de sementes (TS) e para NN, três doses de *B. japonicum* juntamente com 2 doses de *A. brasilense* aplicados no sulco de plantio apresentou melhores resultados. Filho et al.(2018) relatou que o PN foi influenciado de forma significativa quando *A. brasilense* foi aplicado nos estádios fenológicos vegetativos V2/V3 em uma dose de 200 mL ha⁻¹.

Em um experimento conduzido na Universidade Estadual do Centro-Oeste em 2016, com o tema "Nutrição, fisiologia e produtividade de soja inoculada com *Azospirillum brasilense* e reguladores vegetais", *A. brasilense* pode trazer inúmeros benefícios quando associada ao sistema radicular das plantas de soja, devido a produção de fitormônios, que podem garantir maiores índices de tolerância a fitopatógenos e condições climáticas adversas, bem como impulsionar a absorção de nutrientes. Os resultados ainda reforçam a premissa da reinoculação com *A. Brasilense* associado aos micronutrientes cobalto e molibdênio, que tem trazido resultados benéficos para o sistema radicular da leguminosa, aumentando o PN e NN, quando associado com *B. japonicum*, houve um efeito sinérgico entre os tratamentos, promovendo uma maior taxa da FBN e conseqüentemente atendendo as demandas nutricionais da planta sem que houvesse necessidade adubação mineral, afetando de forma direta a produtividade da cultura. Dessa forma, a produtividade (PROD) foi afetada também pelos tratamentos T2 e T3 , além do T4, sendo superiores à testemunha (T1).

Em trabalho conduzido por Zilli et al. (2008) com reinoculação de cobertura 18 dias após a emergência, verificaram que os maiores ganhos em produtividade se deu a inoculação padrão (com inoculantes no tratamento de sementes e no sulco), contudo, a reinoculação de cobertura proporcionou maior eficiência se comparado a adubação nitrogenada. Constatando que a reinoculação pode ser uma solução viável de baixo custo para aumento da fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Portanto, fica estabelecido neste estudo a importância de novas pesquisas sobre o manejo das bactérias fixadoras de nitrogênio e/ou promotoras de crescimento de plantas (*Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*) associado aos micronutrientes (cobalto e molibdênio) na cultura da soja, visando a obtenção de mais resultados que possam contribuir para obtenção de indicadores microbiológicos de qualidade do solo, uma vez que estes refletirão nos cultivos subsequentes

CONCLUSÃO

A reinoculação de cobertura e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* associadas ao uso de cobalto e molibdênio em aplicação foliar proporcionaram benefícios para todos os indicadores microbiológicos do solo avaliados: carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração microbiana do solo (RMS), quociente metabólico (qCO_2), peso de nódulos (PN), número de nódulos (NN), refletindo na produtividade da cultura da soja (PROD).

REFERÊNCIAS

- Alef, K.; Nannipieri, P., 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: Academic Press, 1995. 576p. ISBN: 9780125138406.
- Anderson, J.P.E., Domsch, K.H., 1993. The metabolic quotient (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. Soil Biology and Biochemistry, 25(1), 393-395.
- Araújo, A.S.F.; Monteiro, R.T.R., 2007. Indicadores biológicos de qualidade do solo. Biosci. J., Uberlândia, v.23, n.3, p. 66-75.
- Braccini, A. L.; Mariucci, E. G. G.; Suzukawa, K. A.; Silva Lima, L.H.; Piccinin, G. G., 2016. Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. Scientia Agraria Paranaensis. v. 15, n. 1, p. 27-35.
- Ceretta, C. A.; Pavinato, A.; Pavinato, O. S.; Moreira, I. C. L.; Giroto, E.; Trentin, E. F., 2005. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. Ciência Rural. v. 35, p.576-81.
- Conab - companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 9 nono levantamento, junho 2023.

Epelde, L., Burges, A., Mijangos, I., Garbisu, C., 2014. Microbial properties and attributes of ecological relevance for soil quality monitoring during a chemical stabilization field study. *Applied Soil Ecology*, 75(1), 1-12. DOI: 10.1016/j.apsoil.2013.10.003

Gregorich, E.G.; Carter, M.R.; Angers, D.A.; Monreal, C. M. e Ellert, B.H., 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science* 74: 367-385.

Hungria, M.; Mendes, I.C.; Mercante, F.M. , 2013^a. A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro e da soja. Disponível em: Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E).

Hungria, M.; Nogueira, M. A., 2014. Tecnologia de co-inoculação: rizóbios e *Azospirillum* em soja e feijoeiro. Disponível em: Embrapa Soja-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E).

Hungria, M.; Nogueira, M. A.; Araujo, R.S., 2013. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. *Biology and Fertility of Soils*, v.49, n.7, p. 791-801.

Mendes, I.C. Impactos de sistemas agropecuários na atividade enzimática e biomassa microbiana dos solos de Cerrado. In: II Congresso Brasileiro De Soja / Mercosoja. 2002. Foz do Iguaçu, 2002. Anais..Londrina, EMBRAPASoja, 2002. p. 246-257. (EMBRAPASoja. Documentos, 180)

Mendes, I. C.; Reis Junior, F. B.; Hungria, M.; Fernandes, M. F.; Chaer, G. M.; Mercante, F. M.; Zilli, J. É., 2011. Microbiologia do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: Faleiro, F. G.; Andrade, S. R. M.; Reis Junior, F. B. (Eds.) *Biotecnologia, estado da arte e aplicações na agropecuária*. Planaltina DF: Embrapa cerrados, 2011. p. 219-244.

Moretti, L. G. et al. 2018. AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR NA CULTURA DA SOJA EM FUNÇÃO DE TRATAMENTOS DE COINOCULAÇÃO. VIII Congresso Brasileiro de Soja. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/180679/1/Avaliacao-do-sistema-radicular-p.735-737.pdf> >, acesso em: 25/05/2023.

Perez, K. S. S.; Ramos, M. L. G.; Mcmanus, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(6): 567-573, 2004. DOI: 10.1590/S0100-204X2004000600008

Roscoe, R.; Mercante, F. M.; Salton, J. C., 2006. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Santana, A. S., da Silva Chaves, J., Santana, A. S., Rodríguez, C. A., & de Moraes, E. R. (2017). Biomassa microbiana em diferentes sistemas de manejo do solo no sul do estado de Roraima. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon*, 6(1), 43-50.

Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Dos anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumbrreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araújo filho, J. C.; Oliveira, J. B. e Cunha, T. J. F., 2018. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M. e Murphy, A., 2017. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed.

Vance, E.D.; Bookes, P.C.; Jenkinson, D.S.; 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 9(1), 703-707. DOI: 10.1016/0038-0717(87)90052-6.

Zilli, Jerri Édson et al. Inoculação de *Bradyrhizobium* em soja por pulverização em cobertura. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 43, n. 4, p. 541-544, 2008.

NORMAS REVISTA NEOTROPICAL

Disponível em:

<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/about/submissions#authorGuidelines>

DIRETRIZES PARA AUTORES

1) Forma e preparação de manuscritos

O trabalho (manuscrito) submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/login>. Os manuscritos podem ser submetidos em português, espanhol e inglês.

Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo. O Comitê Editorial verifica se o trabalho atende o escopo da revista, se está nas normas para submissão e se não existe plágio. Ocorrendo plágio ou não atendendo o escopo, o trabalho será rejeitado na submissão e não irá para tramitação.

Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.

Não existem taxas de submissão ou de publicação na Revista de Agricultura Neotropical, até o momento. Todo o processo é realizado gratuitamente.

2) Tradução e revisão

Visando ampliar nossa visibilidade internacional e melhorar a classificação do periódico “Revista de Agricultura Neotropical” junto ao QUALIS CAPES, a partir de **01 de julho de 2018** todos os trabalhos submetidos, em português e espanhol, depois de aceitos, deverão ser obrigatoriamente traduzidos para o inglês por empresas indicadas pela Comissão Editorial. Os trabalhos submetidos em inglês, se aceitos, também deverão ser revisados pelas empresas indicadas. Os custos de tradução e/ou revisão dos artigos são de inteira responsabilidade dos autores.

A Comissão editorial indica as seguintes empresas:

- 1) American Experts - <https://www.aje.com.br/>;
- 2) Publicase - <http://www.publicase.com.br/>;
- 3) AGS Tradução, www.agstraducacao.com;
- 4) Elsevier <http://webshop.elsevier.com/languageservices/>.
- 5) Editage (<https://www.editage.com.br/>)
- 6) STTA - Serviços Técnicos de Tradução e Análises (<http://www.stta.com.br/>)

3) Composição sequencial do artigo e outras informações

- a) **TÍTULO:** no máximo com 15 palavras, em letras maiúsculas, negrito e centralizado;
- b) Os artigos deverão ser compostos por, no máximo, 6 (seis) autores. Caso o número de autores exceda a seis, isto deverá ser devidamente justificado, designando a função de cada autor na elaboração do trabalho no item “comentários ao editor”. A justificativa será analisada pela comissão editorial podendo ou não ser aceita. Todos os autores são inseridos no sistema <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/login> em Passo 3. Metadados da submissão (Indexação), **INCLUIR AUTOR**. O arquivo no formato do Word, anexado no sistema, **NÃO** deve constar os nomes dos autores.
- c) **Resumo:** A palavra “**RESUMO:**” deve ser escrita em letras maiúsculas, negrita e justificada. O texto do resumo se inicia após a palavra “**RESUMO:**” e deve ter no máximo com 17 linhas;
- d) **Palavras-chave:** A “**PALAVRA-CHAVE:**” deve ser escrita em letras maiúsculas, negrita e justificada. As palavras-chave, no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título e separadas por vírgula, escrita com a primeira letra maiúscula e as demais letras minúsculas;
- e) **INTRODUÇÃO:** destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;
- f) **MATERIAL E MÉTODOS;**
- g) **RESULTADOS E DISCUSSÃO;**
- h) **CONCLUSÕES** devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- i) **AGRADECIMENTOS** (opcional): texto corrido após o item, com, no máximo, em três linhas;
- j) **REFERÊNCIAS;**
- k) Os itens **INTRODUÇÃO; MATERIAL E MÉTODOS; RESULTADOS E DISCUSSÃO; CONCLUSÕES; REFERÊNCIAS** devem ser justificadas e com letras maiúsculas, em Negrito. O texto de cada item deve iniciar na linha seguinte.

- l) Os trabalhos devem ser apresentados em até 20 páginas. O texto deve ser editado em Word for Windows (tamanho máximo de 2MB, versão .doc ou .docx) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento 1,5 entre linhas. A fonte tipográfica deve ser Times New Roman, número 12, para todos os itens e informações no arquivo. Usar tabulação de parágrafo de 1,25 cm.
- m) As figuras deverão estar em programas compatíveis com o WINDOWS, como o EXCEL, e formato de imagens: Figuras (GIF, JPEG ou TIFF) e Fotos (JPEG) com resolução de 300 dpi. As Tabelas e Figuras devem estar inseridas no texto e não no final do trabalho. As chamadas das Tabelas e Figuras no texto iniciam-se com Letra Maiúscula (Exemplos: Tabela 1.; Tabela 2.; Figura 1.; Figura 2. etc). O título da Tabela deverá ser inserido antes da Tabela, para facilitar a inserção de texto no rodapé das mesmas. O título da figura deverá ser inserido após a Figura.
- n) A redação dos trabalhos deverá apresentar concisão, objetividade e clareza, com a linguagem no passado impessoal;
- o) Para Notas Científicas a estrutura do trabalho é a mesma do artigo científico e o máximo de 10 páginas no envio do trabalho.
- p) As informações apresentadas no trabalho são de responsabilidade exclusiva de seus autores, bem como a exatidão das referências bibliográficas, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.
- q) As citações no corpo do texto devem ser feitas da seguinte forma:
- um autor: Soares (2009) ou (Soares, 2009);
 - dois autores: Pereira e Farias (2008) ou (Pereira e Farias, 2008)
 - três ou mais autores: Martins et al. (2009) ou (Martins et al., 2009). Citações de citação devem ser evitadas;
- r) A revista preza por citações de artigos científicos, livros e capítulos de livros, não aceitando citações de resumos, trabalhos de conclusão de curso de graduação, dissertações e teses.
- s) Preferencialmente referências de citações de artigos científicos publicados nos últimos 10 anos. Casos excepcionais serão considerados.

t) No item REFERÊNCIAS, serão relacionadas todas as obras bibliográficas citadas no texto, em ordem alfabética. **Normas para referência veja exemplos no item 4.**

u) OBS.: NÃO EXISTEM TAXAS DE PROCESSAMENTO NEM DE SUBMISSÃO DOS ARTIGOS ATÉ O PRESENTE MOMENTO.

4) Alguns exemplos DE REFERÊNCIAS são apresentados a seguir:

Referência de Periódico:

Wang, Y.P., Tang, J.S. Chu, C.Q., Tian, J., 2000. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. *Industrial Crops and Products*, 12(2), 47-52. DOI:...

Referência de Livro:

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., Murphy, A., 2017. *Plant Physiology and Development*, sixth ed. Sinauer Associates, Sunderland. DOI:...

Referência de capítulo de livro:

Pratap, A., Gupta, S.K., 2010. *Biology and Ecology of Wild Crucifers*, in: Gupta S.K., (Ed.), *Biology and Breeding of Crucifers*. CRC Press., Boca Raton, p. 37-67. DOI:...

Referência de website

FAOSTAT, 2017. Fertilizers by Nutrient. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RFN> (acessado 14 de maio de 2018).

Referência de autor-entidade (UNIVERSIDADE; USDA; EMBRAPA; CONAB...)

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acompanhamento de Safra Brasileira, Safra 2017/2018. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 20 p

