

DESENVOLVIMENTO DO MILHO (*ZEA MAYS L.*) EM DIFERENTES DOSAGENS DE *AZOSPIRILLUM*

Ester Calegari Vieira¹
Naielly Krieger Muniz²
Willian Pereira da Silva³

RESUMO: A cultura do milho representa um importante papel na rotação de culturas, no sistema semeadura direta, além de ser base na sustentação para pequena propriedade, compondo-se, também, num dos principais insumos do complexo agroindustrial. Bactérias do gênero *Azospirillum* podem ser inoculadas em plantas de interesse agrônomo, estimulando seu crescimento por múltiplos mecanismos, incluindo síntese de fitohormônio, melhoria da nutrição nitrogenada, mitigação de estresse e controle biológico da microbiota patogênica (BASHAN E BASHAN, 2010). É importante investir em tecnologias para diminuir os custos e manter reter a produtividade. Desta forma a pesquisa agrícola continua a explorar abordagens inovadoras para melhorar seu crescimento e desenvolvimento. O objetivo da pesquisa é avaliar o crescimento de plantas jovens de milho quando submetidas ao *Azospirillum* em duas diferentes dosagens, sendo uma de 300 ml e outra de 450 ml por hectare. O delineamento experimental foi uma divisão da área em 3 parcelas experimentais de tamanho uniforme sendo cada uma de 10 m por 6, com 10 fileiras contendo 1 metro entre linhas com 3 sementes por metro.

1672

Palavras-chave: Milho. *Azospirillum*.

ABSTRACT: Corn crops play an important role in crop rotation and direct seeding systems, and are also a main source of income for small farms. Bacteria of the genus *Azospirillum* can be inoculated into plants of agronomic interest, stimulating their growth through multiple mechanisms, including phytohormone synthesis, improved nitrogen nutrition, stress mitigation, and biological control of pathogenic microbiota (BASHAN AND BASHAN, 2010). It is important to invest in technologies to reduce costs and maintain productivity. Thus, agricultural research continues to explore innovative approaches to improve their growth and development. The objective of this research is to evaluate the growth of young corn plants when subjected to *Azospirillum* at two different doses, one of 300 ml and the other of 450 ml per hectare. The experimental design was a division of the area into 3 experimental plots of uniform size, each measuring 10 m by 6 m, with 10 rows containing 1 meter between rows with 3 seeds per meter.

Keywords: Corn. *Azospirillum*.

¹Acadêmico do curso de agronomia do instituto de ensino superior de Cacoal (FANORTE), Cacoal, RO, Brasil.

²Acadêmico do curso de agronomia do instituto de ensino superior de Cacoal (FANORTE), Cacoal, RO, Brasil.

³ Professor Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, orientador, Instituição de Ensino Superior de Cacoal (FANORTE).

I. INTRODUÇÃO

A cultura do milho representa um importante papel na rotação de culturas, no sistema semeadura direta, além de ser base na sustentação para pequena propriedade, compondo-se, também, num dos principais insumos do complexo agroindustrial. É importante investir em tecnologias para diminuir os custos e manter reter a produtividade. Desta forma a pesquisa agrícola continua a explorar abordagens inovadoras para melhorar seu crescimento e desenvolvimento.

Bactérias do gênero *Azospirillum* podem ser inoculadas em plantas de interesse agrônomo, estimulando seu crescimento por múltiplos mecanismos, incluindo síntese de fito-hormônio, melhoria da nutrição nitrogenada, mitigação de estresse e controle biológico da microbiota patogênica (BASHAN E BASHAN, 2010). *Azospirillum* é um gênero de bactérias Gram-negativas pertencente à família *Rhodospirillaceae*. Essas bactérias são anaeróbicas facultativas, o que significa que podem crescer tanto na presença quanto na ausência de oxigênio. Elas são caracterizadas por serem espirais ou espiraladas, móveis devido a flagelos polares e, geralmente, não formadoras de esporos. A abundância e a atividade desses micro-organismos dependem de propriedades do solo, como pH, umidade, temperatura, disponibilidade de fontes de carbono, entre outras (JACOUND et al., 19978; ALEXANDRE et al 1999; JAMES ,2000; CHOTTE et al., 2002).

1673

No Brasil, Hungria et al. (2010), ao inocularem espécies selecionadas de *Azospirillum* em milho e trigo, encontraram incrementos de, respectivamente, 26 e 30% na produtividade de grãos dessas culturas, além de aumentos das absorções de P e K pelas plantas. (NOVAKOWISK et al. 2011) encontraram um aumento na produtividade do milho com a inoculação de *Azospirillum brasilense*, em Guarapuava.

Quando em associação às raízes do milho, estas bactérias são capazes de captar o nitrogênio da atmosfera e transformá-lo em nitrogênio assimilável pelas plantas. Desta forma,

a adubação nitrogenada química pode ser dispensada, reduzindo os custos de produção. Um impacto direto no bolso do agricultor.

Na cultura do milho a inoculação de *Azospirillum* aumentou o teor relativo de clorofila, o rendimento da matéria seca, o peso de 1000 grãos e a estrutura de planta em variados híbridos de milho. As bactérias inoculadas estiveram em quantidade viável nas

raízes até o final do ciclo do milho, constatando uma boa sobrevivência pós-inoculação. Tendo como conclusão que a resposta do milho à inoculação depende do híbrido testado (PATRICIA DORR DE QUADROS et al., 2014).

Ademais na pesquisa inoculação de *Azospirillum* amazonense em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio obteve o resultado de eficiência confirmada em avaliações preliminares em campo, criando maior quantidade de matéria seca, acumulando mais P nas raízes e apresentando maiores índices de eficiência de utilização de N e P (FÁBIO BUENO DOS REIS JUNIOR et al., 2008).

A inoculação com *Azospirillum* é conhecida por promover o crescimento das plantas e melhorar a absorção de nutrientes. No entanto, a superdosagem pode ter efeitos adversos, como desequilíbrio nutricional ou inibição do crescimento. Este projeto visa investigar esses possíveis efeitos negativos, contribuindo para a determinação de doses ótimas para maximizar os benefícios e minimizar os riscos associados ao uso de *Azospirillum* no cultivo de milho.

Essas bactérias existem naturalmente na maioria dos solos e apresentam ampla diversidade genética; porém, para sua utilização como inoculantes em culturas agrícolas, faz-se necessária uma seleção de estirpes eficientes para este fim (ARDAKANI et al., 2011). O sucesso da inoculação de *Azospirillum* a campo depende da habilidade das estirpes selecionadas para sobreviverem e colonizarem sementes germinadas, na presença de grande número de outros micro-organismos da rizosfera, assim como da capacidade de motilidade e quimiotaxia em direção aos exsudatos radiculares (BASHAN e LEVANONY, 1990; CREUS et al., 1996; BASHAN e HOLGUIN, 1997; HAUWAERT et al., 2002). A fixação de nitrogênio na planta, durante a associação planta-bactérias, é um processo em que as bactérias apenas fornecem o nitrogênio fixado se fontes de carbono e energia estão suficientemente disponíveis (CHUBSTSU et al., 2012).

Dentre os cereais cultivados no Brasil, o milho é o mais expressivo, com cerca de 40,8 milhões de toneladas de grãos produzidos, em uma área de aproximadamente 12,55 milhões de hectares (CONAB, 2006), referente a duas safras, normal e safrinha.

O milho é considerado um alimento energético para as dietas humana e animal, devido à sua composição predominantemente de carboidratos (amido) e lipídeos (óleo). A proteína presente nesse cereal, embora em quantidade significativa, possui qualidade inferior

a de outras fontes vegetais e animais. O óleo de milho possui uma composição de ácidos graxos que o define como de grande importância para a dieta humana (PAES 2008).

O milho requer muita água. Por outro lado, pode ser cultivado em locais onde as precipitações variam de 250 mm a 5000 mm anuais, sendo que o volume de água usado pela planta alcança cerca de 600 mm durante seu ciclo. O consumo de água da planta na fase inicial de crescimento, num clima quente e seco, dificilmente excede 2,5 mm/dia. Ao longo do tempo considerado entre o espigamento e a maturação, o consumo pode aumentar para 5 a 7,5 mm diários. Embora, se a temperatura estiver muito alta e a umidade do ar muito baixa, pode consumir até 10 mm/dia. Se ocorrer o déficit hídrico na cultura do milho tem potencial para causar danos em todas as fases. No estágio de crescimento vegetativo, em razão de menor alongamento celular e à redução da massa vegetativa, há diminuição na taxa fotossintética (CHARLLOTE et al, 2021, MAGALHÃES et al, 2021, GUIMARÃES et al, 2021).

Depois do déficit hídrico, afeta diretamente a produção dos grãos, já que a menor massa vegetativa possui menor capacidade fotossintética. No estágio do florescimento, o acontecimento de dessecação dos estilos-estigmas, aborto dos sacos embrionários, distúrbios na meiose, aborto das espiguetas e morte dos grãos de pólen resultam em redução no rendimento. O déficit hídrico no estágio de enchimento de grãos vai danificar o metabolismo da planta e o fechamento de estômatos, diminuindo a taxa fotossintética e, dessa forma, a produção de fotoassimilados e sua translocação para os grãos (CHARLLOTE et al, 2021, MAGALHÃES et al, 2021, GUIMARÃES et al, 2021).

Nota-se a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio intensificam linearmente com o crescimento na produtividade e a maior exigência do milho refere-se a nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo.

O milho remove grandes quantidades de nitrogênio e normalmente é necessária adubação nitrogenada em cobertura para suprir a quantidade fornecida pelo solo, quando a produtividade elevada é desejada. Experimentos realizados no Brasil em uma variedade de condições de solo, clima e sistemas de cultivo mostraram que o milho respondeu de forma geral à adubação nitrogenada. De modo geral, 70 a 90 % dos ensaios de adubação com milho realizado em campo, no Brasil, apresentaram respostas à aplicação de nitrogênio.

As bactérias do gênero *Azospirillum* fazem parte do grupo dos microrganismos promotores de crescimento (BPCP). Seu uso acarreta em benefícios diretos ao cultivo do

milho: aumento da massa seca; aumento de produtividade; estímulo para o crescimento e desenvolvimento da planta; produção de fitohormônios; maior tolerância à seca e a patógenos. No entanto, a maior vantagem no uso de *Azospirillum* para o cultivo é a fixação biológica do nitrogênio. Este mecanismo auxilia na assimilação do nutriente pela planta, impactando diretamente outras funções essenciais para seu desenvolvimento. Quando em associação às raízes do milho, estas bactérias são capazes de captar o nitrogênio da atmosfera e transformá-lo em nitrogênio assimilável pelas plantas. Desta forma, a adubação nitrogenada química pode ser dispensada, reduzindo os custos de produção (SARTORE et al, 2021).

A temperatura da planta é basicamente a mesma do ambiente que a envolve. Devido a esse sincronismo, flutuações periódicas influenciam os processos metabólicos que ocorrem no interior da planta. O metabolismo tende a ser mais lento quando a temperatura é mais baixa e o metabolismo é mais acelerado quando a temperatura é mais alta. Esta oscilação metabólica ocorre dentro dos limites extremos que a planta do milho pode tolerar, que variam de 10°C e 30°C. O crescimento da planta é quase nulo abaixo de 10°C por longos períodos e também sob temperaturas acima de 30°C por períodos longos de tempo, e o rendimento de grãos decresce durante a noite devido ao consumo dos produtos metabólicos produzidos durante o dia. Temperaturas elevadas durante a noite diminuem o rendimento de grãos e aceleram a senescência precoce das folhas. A temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, desde a emergência até a floração é de 24°C e 30°C. Ao comparar temperaturas médias diurnas de 25°C, 21°C e 18°C, resultou que o milho produziu mais matéria seca e também produziu mais grãos na temperatura de 21°C. O curto período de tempo de enchimento dos grãos causa uma queda no rendimento sob temperaturas elevadas, em efeito da redução do ciclo da planta. (CHARLLOTE et al, 2021, MAGALHÃES et al, 2021, GUIMARÃES et al, 2021).

O uso de diferentes doses de *Azospirillum* em culturas de milho tem como objetivo principal melhorar o crescimento vegetativo e radicular, pois as bactérias *Azospirillum* podem promover ambos desenvolvimentos, resultando em plantas mais robustas e saudáveis.

O tratamento com *Azospirillum* pode aumentar a resistência das plantas a condições adversas, como seca, salinidade e altas temperaturas, ajudando as plantas a enfrentarem melhor esses estresses ambientais.

Existem vários benefícios associados ao uso do *Azospirillum* brasileiro como o crescimento de raízes, melhoria na nutrição das plantas, melhoria no potencial hídrico, maior produção de biomassa e maior altura de plantas. Essas melhorias são resultadas da presença da bactéria, que estimula o aumento do sistema radicular das plantas, proporcionando maior absorção de água e minerais (IKEDA 2010). Dessa forma a inoculação de sementes com *Azospirillum* brasileiro pode proporcionar redução nos custos de produção de feijão, além de ser uma tecnologia a ser utilizada em produção orgânica.

Os biofertilizantes podem ser designados como uma mistura de dois ou mais reguladores vegetais com outras substâncias de natureza bioquímica, como aminoácidos, hormônios de crescimento de plantas, vitaminas e outros elementos (VIEIRA, 2001).

Russo e Berlyn (1990) observaram que além de ser promotor do crescimento vegetal e possuir substâncias de controle hormonal, os biofertilizantes tem potencial também para diminuir o uso de fertilizantes, aumentar a resistência a estresses e aumentar a produtividade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção da área experimental

1677

O experimento foi conduzido na zona rural do município de Costa Marques-RO, latitude 12°16'880 S, longitude 64°34'650 O e altitude de 140m. Localizada no km 15 da RO-429 que liga as cidades de Presidente Médici e Costa Marques, a área é típica de mata de terra firme úmida, classificada por Brasil, DNPM, Projeto RADAM-BRASIL (1978), como Floresta Tropical Aberta, com bambu. O solo é um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, com relevo plano a suavemente ondulado. A área escolhida para o experimento foi uma área já pronta para o plantio, a qual já havia sido arada e corrigida. O híbrido B2782PWU foi adquirido através do grupo Amaggi, e a semeadura foi realizada no dia 17 de março de 2024.

2.2 Preparo da área experimental

O preparo do solo foi realizado conforme as práticas agrícolas recomendadas por (CRUZ, 2011) para o cultivo de milho, respeitando a área de reserva legal, temperatura ideal, preparando o solo com aração, gradagem e nivelamento.

Divisão da área em 3 parcelas experimentais de tamanho uniforme, sendo 10 metros de largura por 6 metros de comprimento, com 10 fileiras contendo 1 metro entre linhas com 3 sementes por metro.

2.3 Plantio

Plantio das sementes de milho em cada parcela experimental, seguindo as recomendações de espaçamento de 3 sementes por metro e profundidade de 2 cm para o plantio. A variedade escolhida para a pesquisa foi a B2782PWU, plantio foi realizado com a o trator juntamente com a plantadeira.

2.4 Aplicação dos tratamentos

Foi realizada a aplicação dos tratamentos de *Azospirillum* conforme as doses definidas, sendo de 300 ml e de 450 ml e a testemunha, sem presença das bactérias. A aplicação foi feita com o trator juntamente com a plantadeira, onde o mesmo distribuía o tratamento direto na cova junto com a semente.

2.5 Avaliação do desenvolvimento

1678

O monitoramento foi conduzido conforme o crescimento das plantas. Foram coletados os dados referentes ao tamanho das plantas onde este foi feito a medição (com uma trena graduada) desde o início do caule até a ponta da folha bandeira, quantidade de folhas por planta e massa seca da raiz também foram coletados. A pesagem radicular foi feita com uma balança de precisão, para assim obter um resultado mais preciso. A coleta dos dados foi realizada 49 dias após o plantio.

2.6 Análise estatística

Para a interpretação dos dados foi utilizada a análise estatística descritiva, para sintetizar e descrever as principais características do conjunto de dados obtidos no estudo. Os dados coletados foram direcionados para o Excel, onde o mesmo chegou à média para cada variável dentro de cada um dos tratamentos. A média consiste na soma dos valores dividido pelo número de observações feitas. Nesta análise descritiva foi realizada a coleta, organização e a descrição dos dados.

2.7 Interpretação dos resultados

Discussão dos resultados obtidos, considerando os efeitos agronômicos entre as diferentes dosagens de *Azospirillum* no cultivo de milho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se que o tamanho médio do tratamento 1 foi de 76,4 cm, do tratamento 2 foi 112,1, já a testemunha de 64,2 cm. O tratamento 1 apresentou uma média de 9,2 de folhas por planta e uma média de 10,25 mg no peso da raiz. Já o tratamento 2 teve uma média de folhas de 10,2 e 23,5 no peso da raiz. A testemunha teve uma média de folhas igual a 7,5 e o peso da raiz de 6,45 mg (tabela 1).

Foram coletados os pesos radiculares das plantas de cada um dos experimentos, com objetivo de um valor mais preciso em relação ao desenvolvimento da raiz, se mostrando ou não compatível com o resultado esperado de desempenho, onde pode ser observado que o tratamento 2 apresentou um melhor desenvolvimento radicular, tendo raízes maiores e com um maior volume (gráfico 3), sendo este também superior no tamanho das plantas (gráfico 1) e quantidades de folhas (gráfico 2).

1679

Tabela 1. Média do tamanho de planta, média da massa seca da raiz e folhas por plantas obtidos no estudo do desenvolvimento do milho *zea mays l.* em diferentes dosagens de *azospirillum*.

Tratamentos	Tamanho de planta (cm)	Massa seca da raiz (mg)	Folhas por plantas (un)
Testemunha	64	6,45	7,5
300ml	76,4	10,25	9,2
450ml	112,1	23,5	10,2

Fonte: Vieira et al (2024).

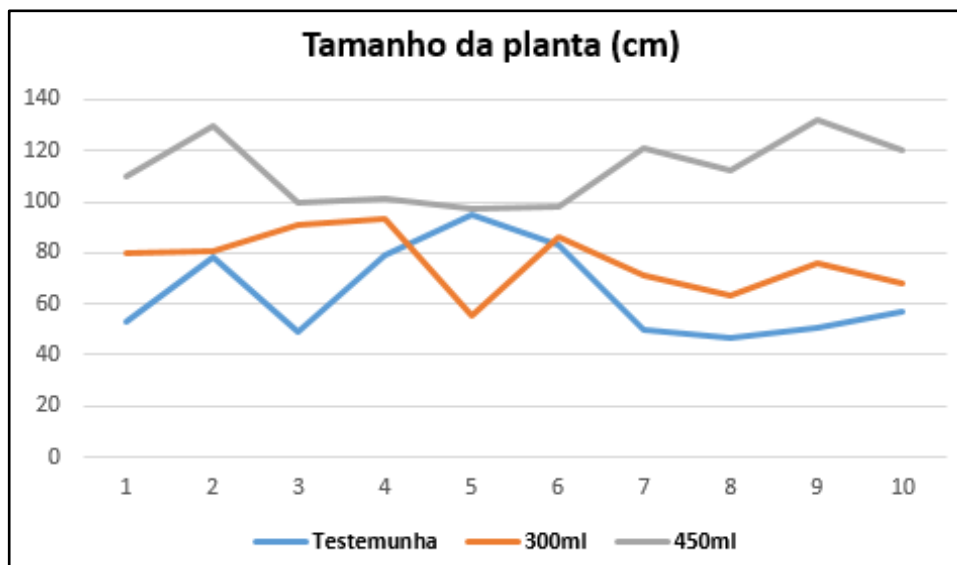
3.1 Tamanho da Planta

Em relação ao tamanho das plantas, o tratamento 2 (gráfico 1) se destacou, alcançando uma média de 112,1 cm. Este tamanho foi significativamente superior ao do tratamento 1 (76,4 cm) e da testemunha (64,2 cm). O melhor desenvolvimento das

raízes no tratamento 2 provavelmente contribuiu para o maior crescimento da parte aérea.

O melhor desempenho do tratamento 2 em relação ao tamanho das plantas pode ser explicado pela relação entre o desenvolvimento das raízes e o crescimento da parte aérea. Estudos demonstram que "o crescimento das raízes tem um impacto direto na capacidade da planta de absorver água e nutrientes essenciais, o que, por sua vez, favorece o desenvolvimento da parte aérea, resultando em plantas mais altas e mais robustas" (COSTA et al, 2017). Nesse sentido, o tratamento 2, ao promover um maior crescimento radicular, possibilitou uma melhor absorção de recursos, o que favoreceu o crescimento da parte aérea e resultou em plantas com maior altura. Esse efeito é evidente, pois o tratamento 2 alcançou uma média significativamente superior de altura (112,1 cm).

Gráfico 1. Tamanho da planta sob os tratamentos testemunha, 300 ml e 450 ml de *Azospirillum*



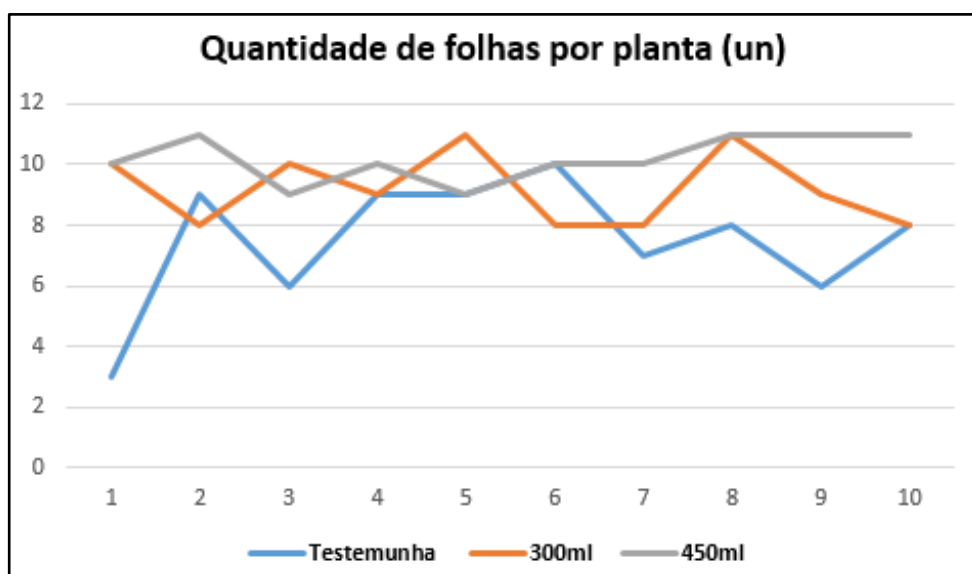
Fonte: Vieira et al (2024).

3.2 Número de Folhas

Quanto ao número de folhas, o tratamento 2 (gráfico 2) obteve a maior média, com 10,2 folhas por planta, seguido pelo tratamento 1, com 9,2 folhas, e a testemunha, que recebeu uma média de 7,5 folhas. Isso sugere que o tratamento 2 não apenas favoreceu o crescimento das raízes e o tamanho das plantas, mas também incentivou uma maior produção foliar.

De acordo com estudos agronômicos, o aumento no número de folhas pode ser um reflexo de uma maior disponibilidade de nutrientes ou de um ambiente de cultivo mais favorável, o que leva a um aumento na taxa de fotossíntese e, consequentemente, no crescimento da planta. Um estudo relevante sugere que “tratamentos que promovem o aumento da absorção de nutrientes, especialmente de nitrogênio, podem estimular o desenvolvimento de folhas e raízes, resultando em plantas mais vigorosas e produtivas” (SANTOS et al., 2019). Esse efeito seria especialmente visível no tratamento 2, que obteve uma maior média de folhas por planta, fazendo com que o tratamento aplicado favorecesse tanto o crescimento das raízes quanto o desenvolvimento foliar, o que pode ter contribuído para um aumento no número de folhas.

Gráfico 2. Quantidade de folhas por planta sob os tratamentos testemunha, 300ml e 450 ml de *Azospirillum*.



Fonte: Vieira et al (2024).

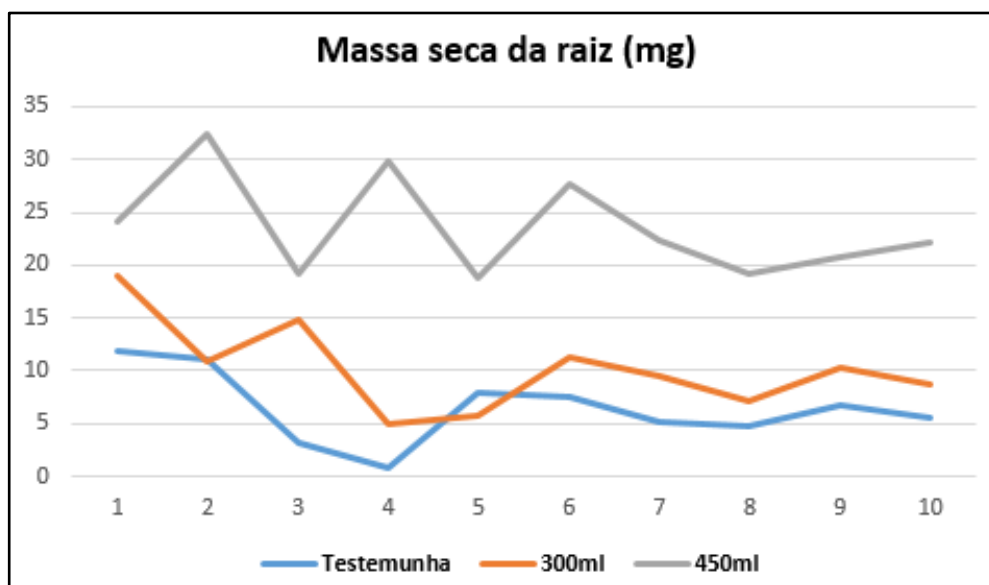
3.3 Massa seca da Raiz

No que diz respeito ao peso das raízes, o tratamento 2 (gráfico 3) obteve resultados muito superiores, com uma média de 23,5 mg, em comparação com o tratamento 1, que teve uma média de 10,25 mg, e a testemunha, com apenas 6, 45mg.

O maior desenvolvimento observado no tratamento 2 está diretamente associado à capacidade de promover uma maior alocação de recursos para o sistema

radicular. De acordo com estudos prévios, o desenvolvimento das raízes é crucial para o aumento da absorção de água e nutrientes (LYNCH, 2019). Uma raiz mais desenvolvida também pode melhorar a resistência da planta a estresses abióticos, como seca e salinidade, fatores que são frequentemente limitantes no crescimento de culturas agrícolas. Neste contexto, a performance superior no peso de massa seca radicular das plantas submetidas ao tratamento 2 demonstra a eficiência do manejo em proporcionar condições ideais para o desenvolvimento radicular.

Gráfico 3. Massa seca da raiz sob os tratamentos testemunha, 300 ml e 450 ml de *Azospirillum*.



Fonte: Vieira et al (2024).

No que diz respeito ao tamanho médio das plantas, o tratamento 2 (gráfico 1) mostrou-se amplamente superior à testemunha (112,1 cm contra 64,2 cm). Esse maior crescimento pode estar relacionado a uma maior eficiência na fotossíntese devido ao aumento na área foliar, que evidenciam a relação direta entre o número de folhas e a capacidade fotossintética. Assim, o tratamento 2 não apenas favoreceu o desenvolvimento radicular, mas também promoveu um crescimento aéreo mais robusto, criando condições para maior acúmulo de biomassa.

Por outro lado, a testemunha (tabela 1), que apresentou os menores valores em todos os parâmetros avaliados, destaca a importância de intervenções específicas para otimizar o desenvolvimento vegetal. Isso sugere que a ausência de manejo adequado

pode limitar significativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas, como apontado por ARAÚJO et al. (2018).

A interação entre o desenvolvimento radicular e o crescimento aéreo observado no tratamento 2 confirma resultados semelhantes de estudos que apontam que o equilíbrio entre o crescimento das partes aérea e subterrânea é essencial para o desempenho geral da planta (TAIZ et al., 2017). Além disso, a maior eficiência do tratamento 2 em todas as métricas avaliadas reforça que ajustes no manejo são determinantes para alcançar o máximo potencial de desenvolvimento das plantas.

Em suma, o tratamento 2 demonstrou ser a abordagem mais eficaz para promover o crescimento radicular e aéreo das plantas. Estes resultados são consistentes com a literatura que destaca a importância de práticas de manejo eficientes para o aumento do rendimento das culturas. Estudos futuros podem focar na avaliação dos mecanismos específicos que contribuíram para o desempenho superior observado, incluindo análise detalhada do metabolismo radicular e interação com o solo, visando a replicação dos resultados em diferentes condições ambientais.

5. CONCLUSÕES

1683

Os resultados das análises demonstraram que o tratamento 2 (450ml) foi eficaz em todos os parâmetros avaliados, destacando-se pelo crescimento em tamanho, número de folhas e peso da massa seca da raiz. Esses dados reforçam a importância de práticas de manejo que otimizem tanto o crescimento acima do solo quanto o desenvolvimento do sistema radicular. Essas discussões ressaltam a eficácia do tratamento 2 em todas as variáveis analisadas, evidenciando a importância de um manejo adequado para promover o crescimento e a saúde das plantas.

REFERÊNCIAS

BOAS práticas agrícolas: milho / José Carlos Cruz ... [et al.]. -- Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 45 p. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 119).

BARASSI, C.A.; SUELDO, R.J.; CREUS, CM.; CARROZZI, L.E.; CASANOVAS, W.M.; PEREYRA, M.A. Potencialidad de *Azospirillum* en optimizar el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. In: CASSÁN, F.D.; GARCÍA DE SALAMONE,

I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cellphysiology, plantinteractionsandagronomicresearch in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.49-59.

BASHAN, Y.; BUSTILLOS, J.J.; LEYVA, L.A.; HERNANDEZ, J.-P.; BACILIO, M. Increase in auxiliaryphotoprotectivephotosyntheticpigments in wheatseedlingsinducedby*Azospirillum* brasilense. *BiologyandFertilityofSoils*, v.42, p.279-285, 2006.

CRUZ, José Carlos, et al. Manejo da cultura do milho, Sete Lagoas, MG Dezembro, 2006. A cultura do milho/ editores técnicos, José Carlos Cruz ... [et al]. - Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517 p.

CASTRO, P. R. C; VIEIRA, E. L. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor dasplântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 23, n. 2, p. 222- 228, 2001.

DOBEREINER, J.; DAY, J.M. Associativesymbiosis in tropical grasses: characterizationofmicroorganismsanddinitrogen-fixing sites. In: NEWTON W.E.; NYMAN, C.T. (Ed.) *INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN FIXATION*, vol. 2, Pullman, USA: Washington StateUniversity Press, 1976. p.518-538.

DOBELLAERE, S. Plant growth-promoting effectsofdiazotrophs in therhizosphere. *Critical Review in Plant Science*, Boca Raton, v. 22, n. 2, p.107-149, 2003.

GARBIN, Felipe; SIMONETTI, Ana Paula Morais Mourão. *Azospirillum* brasilense na cultura do milho na região de Palotina-PR. **Revista Cultivando o Saber**, p. 67-77, 2017.

HUERGO, L.F.; MONTEIRO, R.A.; BONATTO, A.C.; RIGO, L.U.; STEFFENS, M.B.R.; CRUZ, L.M.; CHUBATSU, L.S.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Regulationofnitrogenfixation in *Azospirillum* brasilense. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. *Azospirillum* sp.: cellphysiology, plantinteractionsandagronomicresearch in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, Argentina, 2008. p.17-35.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

JUNIOR, Fabio Bueno dos Reis, et al. Dinâmica das atividades enzimáticas do solo e carbono sob café arábica consorciado com *Brachiaria decumbens* no Cerrado brasileiro. *Plantas* 2024, 13, 835.

PAES, Maria Cristina Dias. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. 2008.

QUADROS, PatriciaDörr, et al. Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. *Revista Ceres*, 61(2), 209-218, mar/abr, 2014.

RUSSO, R.O.; BERLYN, G.P. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, Versailles, v.1, n.2, p.19-42, 1990.

SANT'ANNA, Fernando H, et al. Ferramentas para manipulação genética da bactéria promotora de crescimento vegetal *Azospirillum* amazonense. *BMC microbiologia*. Departamento de biologia molecular e biotecnologia, 2011.

SANTA, Osmar Roberto Dalla, et al. Influência da inoculação de *Azospirillum* sp. em trigo, cevada e aveia. *Ambiência- Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* Guarapuava, PR v.4 n.2 p.197-207 Maio/Ago. 2008.

WEBER, H.; SREENIVASULU, N.; WESCHKE, W. Molecular physiology of seed maturation and seed storage protein biosynthesis. In: PUA, E.C.; DAVEY, M.R. (Eds.) *Plant Developmental Biology: Biotechnological Perspectives*. Berlin, Heidelberg: Springer, v. 2, p. 83-104, 2010

Ardakani MR, Mazaheri D, Mafakheri S, Moghaddam A (2011) Absorption efficiency of N, P, K through triple inoculation of wheat (*Triticum aestivum* L.) by *Azospirillum brasilense*, *Streptomyces* sp., *Glomus intraradices* and manure application. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 17:181-192.

CONAB. Acompanhamento da safra 2005/2006 Quinto levantamento. [Brasília, DF.], abr. 2006. 28 p.

1685

IKEDA, A. C. Caracterização morfofisiológica e genética de bactérias Endofíticas isoladas de raízes de diferentes genótipos de milho (*Zea mays* L.). 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

HAUWAERTS D, Alexandre G, Das SK, Vanderleyden J, Zhulin IB (2002) A major chemotaxis gene cluster in *Azospirillum brasilense* and relationships between chemotaxis operons in Alfa-Proteobacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 208:61-67.

NOVAKOWISK JH, Sandini IE, Falbo MK, de Moraes A, Novakowski JH, Cheng NC (2011) Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, 32:1687-1698.

BASHAN Y & Levanony H (1990) Review: Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. *Canadian Journal of Microbiology*, 36:591-60