

ASSOCIAÇÃO RANIERI DE EDUCAÇÃO E CULTURA
FACULDADES INTEGRADAS DE BAURU – FIB
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RITA DE CÁSSIA PORTES LUIZ

**ADUBAÇÕES EM COBERTURA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS
DA CULTURA DO MILHO ASSOCIADO À INOCULAÇÃO COM *Azospirillum*
*brasiliense***

BAURU – SP
2022

RITA DE CÁSSIA PORTES LUIZ

**ADUBAÇÕES EM COBERTURA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS
DA CULTURA DO MILHO ASSOCIADO À INOCULAÇÃO COM *Azospirillum*
*brasiliense***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Agronomia como
requisito para obtenção do título de bacharel
em Agronomia das Faculdades Integradas de
Bauru – FIB.

Orientador: João Paulo Teixeira Whitaker

BAURU – SP
2022

ADUBAÇÕES DE COBERTURA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DO MILHO ASSOCIADO À INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense*

Rita de Cássia Portes Luiz¹; João Paulo Teixeira Whitaker².

¹Discente do curso de Agronomia – FIB – Faculdades Integradas de Bauru – FIB: Rua José Santiago, Quadra 15, Bauru – SP, 17056-120. ritaportes808@gmail.com

²Prof. Doutor do curso de Agronomia – FIB – Faculdades Integradas de Bauru – FIB: Rua José Santiago, Quadra 15, Bauru – SP, 17056-120. joao.whitaker@gmail.com

RESUMO

O Brasil é o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial de milho, e produziu cerca de 113 milhões de toneladas na safra 2021/2022 com produtividade média de 5228 kg ha⁻¹. O milho requer e extrai grande quantidade de nitrogênio (N) do solo, onde vivem bactérias fixadoras do N atmosférico. O presente estudo objetivou avaliar o desenvolvimento e a produtividade do milho sob efeito da aplicação de inoculante de sementes à base da bactéria *Azospirillum brasilense*, combinado à aplicação de nitrogênio em cobertura em diferentes estádios fenológicos. Sementes de milho, cultivar AG8061, foram semeadas em campo, no município de Lençóis Paulista-SP, no delineamento experimental de parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo as parcelas referentes ao uso, ou não, da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* e as subparcelas referentes à diferentes épocas de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura, nos estádios fenológicos do milho: V6, V6 e V10, e uma testemunha sem cobertura. Foi feita adubação de semeadura com 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 50 kg ha⁻¹ de K₂O e 20 kg ha⁻¹ de N. A cobertura nitrogenada (ureia) foi feita na concentração de 40 kg ha⁻¹ em cada estágio fenológico, somando 80 kg ha⁻¹ quando feita em dois estádios. Cada parcela foi composta por 4 linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m entrelinhas, totalizando área de 10 m², sendo distribuídas em blocos ao acaso. Por ocasião da colheita, foram avaliadas as variáveis: produtividade de grãos, peso hectolítrico de grãos, diâmetro do colmo e altura das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância, com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5,0 % de probabilidade. Nenhum tratamento foi significativamente diferente da testemunha, evidenciando que não houve influência da inoculação com *Azospirillum brasilense*, nem da adubação de cobertura sobre os parâmetros avaliados.

Palavras-chave: *Zea mays*. Bactéria diazotrófica. Produtividade.

ABSTRACT

Brazil is the third largest producer and the second largest exporter of corn in the world, and produced around 113 Mt in the 2021/2022 harvest with an average productivity of 5228 kg ha⁻¹. Corn requires and extracts a large amount of nitrogen (N) from the soil, where atmospheric N-fixing bacteria live. The present study aimed to evaluate the development and productivity of maize under the effect of the application of seed inoculant based on the bacteria *Azospirillum brasilense*, combined with the application of nitrogen in coverage at different phenological stages. Corn seeds, cultivar AG8061, were sown in the field, in the city of Lençóis Paulista-SP, in *Split-Plot* design, with four replications, with the plots referring to the use, or not, of inoculation of seeds with *Azospirillum brasiliense* and the subplots referring to different times of application of nitrogen fertilizer in coverage, in the phenological stages of corn: V6, V6 and V10, and a control without coverage. Sowing fertilization was performed with 70 kg ha⁻¹ of P₂O₅, 50 kg ha⁻¹ of K₂O and 20 kg ha⁻¹ of N. Nitrogen coverage (urea) was applied at a dose of 40 kg ha⁻¹ at each phenological stage, adding up to 80 kg ha⁻¹ when done in two stages. Each plot consisted of 4 rows of 5.0 m in length, spaced 0.5 m between rows, totaling an area of 10 m², being distributed in blocks at random. At the time of harvest, the following variables were evaluated: grain yield, hectoliter weight of grains, stem diameter and plant height. Data were subjected to analysis of variance, with means compared by Tukey's test at 5.0% probability. No treatment was significantly different from the control, showing that there was no influence of the inoculation with *Azospirillum brasiliense*, nor the top dressing on the evaluated parameters.

Keywords: *Zea mays*. Diazotrophic bacteria. Productivity.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais produzido no mundo, com uma produção mundial estimada de 1,13 bilhões de toneladas na safra 2020/2021, com produtividade média de 5228 kg ha⁻¹. O cultivo do milho é realizado em todo o país, o cenário atual aponta um aumento de 6,3% para a safra 2020/2021 em relação à safra 2019/20, isso faz com que o grão tenha uma importância expressiva no setor agrícola brasileiro (CONAB, 2021), visto que o

Brasil é o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial desse produto (GLOBO, 2021).

Diante da crescente demanda por alimentos, e por ser uma excelente fonte de renda para o agricultor e relevante insumo para criadores de animais, se faz necessário o aumento de sua produtividade, sendo justificável a importância expressiva que o grão apresenta para o setor agrícola brasileiro, o que resulta na necessidade de pesquisas e estudos voltados para o incremento de produção, qualidade nutricional e resistência da cultura a fatores adversos (EMBRAPA, 2011). Neste sentido, os aspectos relacionados à adubação mineral, como doses, fontes e épocas de aplicação do adubo, têm sido exaustivamente estudados devido a interferência na produtividade da cultura do milho.

Ainda é muito comum a prática de definição das doses de aplicação de fertilizantes com base em experiências de outros produtores ou em dados gerais de requerimento das culturas. Embora sejam informações úteis para obtenção de níveis médios de produtividade, geralmente são pouco efetivas ou antieconômicas. Além disso, para um eficiente manejo de irrigação, nutrientes e outras práticas culturais, é fundamental conhecer as diferentes fases de crescimento do milho e suas respectivas demandas (EMBRAPA, 2015), já que condensá-las em número de dias após o plantio traz um grande risco para a safra, pois a resposta da cultura poderá variar de acordo com o estágio fenológico que ela está, ano agrícola, diferentes híbridos, clima, local e data de semeadura, não expressando o máximo de absorção e aproveitamento de nutrientes que apresentaria se o manejo fosse fornecido no estágio fisiológico correto (EMBRAPA, 2015), evitando desperdícios ou uso inadequado de insumos, e conseqüentemente, trarão melhores rendimentos à cultura (OLIVEIRA, 2018).

Segundo Civardi et al. (2011), o nitrogênio é um dos nutrientes mais limitantes no solo e coincidentemente, um dos mais requeridos pelas plantas cultivadas, por esse motivo, o nitrogênio existente no solo não é capaz de suprir a exigência da cultura, além disso, o manejo do nutriente é complexo devido a vários fatores que afetam a dinâmica do nitrogênio no solo, culminado na utilização de outras fontes para fornecer este nutriente, as quais elevam o custo de produção (SILVA, et al., 2009). Outro fato importante sobre a adubação mineral de nitrogênio é o elevado índice de perdas, principalmente quando aplicado em superfície, as quais podem ocorrer por lixiviação, escoamento superficial, erosão, volatilização de amônia e desnitrificação (QUEIROZ et al., 2011).

É fundamental, portanto, encontrar alternativas para o uso mais eficiente dos fertilizantes, neste contexto há alternativas que visam atingir esse objetivo, diminuindo o uso

dos fertilizantes, tornando a absorção de nutrientes mais eficaz e mantendo a alta produtividade do milho, com melhor relação custo-benefício. Uma delas é a inoculação de sementes com bactérias diazotróficas, que possuem a capacidade de fixar o N atmosférico no solo, e se associam a diversas espécies de plantas em diferentes graus de especificidade, levando à classificação como bactérias associativas ou simbióticas. No Brasil a principal bactéria que vem sendo utilizada para pesquisas visando esse mesmo propósito na cultura do milho é a *Azospirillum brasiliense* (HUNGRIA, 2011).

O principal obstáculo à utilização do *Azospirillum* na cultura do milho tem sido a inconsistência dos resultados de pesquisa, que podem variar de acordo com a cultivar, as condições edafoclimáticas e a metodologia de condução da pesquisa (BARTCHECHEN et al., 2010). As novas tecnologias disponíveis devem ser perfeitamente compreendidas para que os profissionais envolvidos na produção agrícola possam utilizá-las de forma a obter melhor produtividade agrícola. Os aspectos relativos à época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura combinados ao uso de bactérias diazotróficas ainda são muito controversos.

Assim, o presente estudo objetivou avaliar o desenvolvimento e produtividade do milho sob efeito da aplicação de inoculante de sementes à base de *Azospirillum brasiliense*, combinado à aplicação de nitrogênio em cobertura em diferentes estádios fenológicos da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Sítio São Luiz, Latitude 22°38'28.0"S, e longitude 48°41'37.9"W, Bairro Bocaina, em Lençóis Paulista – SP.

A cultivar semeada foi a AG8061, da Agrocere, com tecnologia VT Pro 2, que confere tolerância as três principais lagartas da cultura (broca do colmo, lagarta do cartucho e lagarta das espigas) e tolerância à aplicação glifosato, apresenta elevado peso de grãos, bom empalhamento, boa amplitude por suas características agronômicas e ciclo precoce. Sua produtividade média está em torno de 10 t há⁻¹, excelente qualidade de grãos e de sistema radicular.

As sementes foram semeadas em campo no dia 27 de novembro de 2021, no delineamento de Parcelas Subdivididas, com 4 repetições, sendo que as Parcelas se referem ao uso, ou não, da inoculação das sementes de milho com a bactéria *Azospirillum brasiliense* e as

subparcelas referem-se às diferentes épocas de aplicação (estádios fenológicos) e doses do adubo nitrogenado em cobertura, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Tratamentos aplicados à cultura do milho

Parcela	Tratamento	Inoculação com <i>Azospirillum brasiliense</i>	Adubação em Cobertura (estádio fenológico)
1	1	não	não
	2	não	V6
	3	não	V6 e V10
2	4	sim	não
	5	sim	V6
	6	sim	V6 e V10

Cada parcela foi composta por 4 linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m entrelinhas, totalizando área de 10m², sendo considerada a parcela útil de avaliação apenas as duas linhas centrais de cada parcela, descontando-se 1,0 m de cada extremidade, perfazendo a área útil de 3,0 m². As parcelas foram distribuídas em Blocos ao Acaso. Foram semeadas 6 sementes de milho por metro e, após emergência, foi realizado o desbaste para manter a densidade de 6 plantas m⁻².

Todos os tratamentos receberam adubação de semeadura, com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) conforme recomendação do Boletim 100 (RAIJ et al., 1996). As doses de adubo de semeadura foram calculadas de acordo com o resultado da análise de solo, expostos na Tabela 1 e a produtividade esperada, sendo aplicados 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 50 kg ha⁻¹ de K₂O e 20 kg ha⁻¹ de N. O potássio foi aplicado na forma de sulfato de potássio, que apresenta 50% de K₂O, o fósforo aplicado na forma de Superfósforo Simples, contendo 18% de P₂O₅, e o nitrogênio aplicado na forma de ureia, apresentando 45% de N.

Tabela 1 – Análise química do solo utilizado para instalação do experimento

pH	P mg dm ⁻³	K ----- mmol _c dm ⁻³ -----	Ca	Mg	M.O. g kg ⁻¹	CTC mmol _c dm ⁻³	V %
5,92	7,4	2,19	8.4	4,2	-	60,63	24,39

Após a pesagem representada na figura 1, e preparo de solo (Figura 2), a adubação e a subsequente semeadura foram feitas manualmente, efetuando um sulco mais profundo (8,0 cm) para os adubos, cobrindo-os com solo, para então, semear (profundidade de 3,0 a 5,0 cm), evitando, assim, o contato da semente com o adubo.

O inoculante utilizado no tratamento das sementes foi o Biomax Azum[®], contendo 3×10^8 UFC ml⁻¹ da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*, aplicando-se a dose de 100 ml para 20 kg de sementes (Figura 3).

No dia 03 de dezembro de 2021, as sementes começaram a emergir, conforme Figura 4 e 5, e após emergirem por completo, foi feito o desbaste para manter na linha a densidade de 3 plantas por metro (6 plantas m²).

Os tratamentos na cultura do milho que receberam nitrogênio em cobertura utilizaram dose de 40 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia (45% de N) em cada época de aplicação, nos estádios fenológicos V6 ou em V6+V10. Dessa forma, os tratamentos 3 e 6 totalizaram a dose de 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

A dose de N em cobertura, foi escolhida de acordo com a baixa classe de resposta do solo ao N e a produtividade esperada de 6 a 8 t ha⁻¹, conforme proposto por Raij et al. (1996).

A adubação de cobertura no estádio V6 (Figura 6) foi feita no dia 28 de dezembro, nos tratamentos 2 e 3, 5 e 6. Para o estádio V10, a cobertura foi feita em 10 de janeiro de 2022, apenas nos tratamentos 3 e 6 (Figura 7).

A cultura foi conduzida em condições de sequeiro (sem irrigação), e em 27 de janeiro de 2022 iniciou-se o pendoamento. Não se fez necessário o controle de pragas e doenças e as plantas invasoras foram manejadas no início do ciclo com capinas manuais, permitindo o bom desenvolvimento da cultura.

Após o pendoamento e espigamento (estádio R1), Figuras 8 e 9, no dia 07 de março de 2022 foram feitas medições do diâmetro do colmo à 10 cm da superfície do solo e da altura das plantas, medida da base até o colar da última folha emitida.

A colheita do milho foi realizada no dia 21 de abril de 2022, manualmente, conforme Figuras 10 e 11. Foram separadas em sacos enumerados por parcelas, como mostrado na Figura 12. As espigas de milho foram contadas e em seguida foram debulhadas. Os grãos de milho foram encaminhados ao Laboratório de Plantas e Sementes da FIB onde foram estimados o peso úmido dos grãos e sua umidade (base úmida), o peso hectolítrico.

Os dados de massa úmida de grãos (M_u), foram transformados em massa seca a 13% de umidade ($M_{13\%}$), para fins de determinação da produtividade e a respectiva comparação estatística, utilizando-se da seguinte equação:

$$M_{13\%} = M_u \cdot [(100 - U) / 87]$$

A produtividade (P), em kg ha⁻¹, foi calculada utilizando-se os dados de massa de grãos a 13,0% de umidade (M_{13%}), em kg, referentes à parcela útil colhida de 3,0 m², pela seguinte equação:

$$P = M_{13\%} \cdot 10000 / 3$$

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5,0% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produtividade e peso hectolétrico mostraram que não houve diferença significativa entre tratamentos para as duas variáveis, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Produtividade e peso hectolétrico de grãos de milho submetidos a diferentes tratamentos de adubação nitrogenada em cobertura, com ou sem inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. Lençóis Paulista-SP, 2022.

Tratamento	Produtividade* (kg/ha)	Peso hectolétrico* (kg/hL)
1- sem inoculante e sem cobertura	10.248,6	75,2
2- sem inoculante e cobertura em V6	11.238,8	75,4
3- sem inoculante e cobertura em V6/V10	9.953,6	76,3
4- com inoculante e sem cobertura	11.685,6	76,2
5- com inoculante e cobertura em V6	14.882,7	74,5
6- com inoculante e cobertura em V6/V10	10.647,5	76,3
CV parcela (%)	13,5	0,8
CV subparcela (%)	24,4	1,8

* não significativo (Tukey, $p < 0,05$)

Apesar dos bons valores de produtividade, como no tratamento 5, com 14,8 t ha⁻¹, não foi possível distinguir diferenças, pois o coeficiente de variação ficou alto. Não foi aplicado o teste de comparação de médias porque a estatística do teste de interação não foi significativa.

A Tabela 3 mostra os dados de diâmetro do colmo e da altura de plantas de milho conforme tratamento.

Tabela 3 – Diâmetro do colmo e altura de plantas de milho submetidos a diferentes tratamentos de adubação nitrogenada em cobertura, com ou sem inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. Lençóis Paulista-SP, 2022.

Tratamento	Diâmetro* (cm)	Altura* (m)
1- sem inoculante e sem cobertura	7,95	2,12
2- sem inoculante e cobertura em V6	8,10	2,14
3- sem inoculante e cobertura em V6/V10	7,98	2,16
4- com inoculante e sem cobertura	8,93	2,33
5- com inoculante e cobertura em V6	8,65	2,22
6- com inoculante e cobertura em V6/V10	8,93	2,28
CV(%)	9,2	9,4

* não significativo (Tukey, $p < 0,05$)

Mazzuchelli et al. (2014) observaram que a inoculação de *Azospirillum brasilense* em sementes de milho aumentou a produção do grão em 21,9 %, outro trabalho conduzido por Hungria et al. (2010) demonstrou que a inoculação do milho com estirpes de *Azospirillum*, sob condições de campo, aumentou o seu rendimento em 24-30 %, em relação ao controle não inoculado (VIEIRA, 2017).

No presente estudo não foi observado incremento de produtividade como resultado da inoculação ou da cobertura nitrogenada.

Segundo Reis et al. (2008), não foi observado efeito da inoculação com *Azospirillum spp.* na produção de matéria seca da parte aérea da cultura de milho, porém apresentou maior produção de matéria seca de raízes, quando comparadas à de plantas não inoculadas. As plantas inoculadas apresentaram maior conteúdo de N nas raízes, o que é comumente relatado, podendo ser resultado tanto da fixação biológica de N, quanto dos mecanismos de promoção do crescimento, que podem incrementar a capacidade das plantas em absorver este nutriente (DOBBELAERE et al., 2001).

Carmo et al. (2020), constataram que o uso de *A. brasilense* associado ao N proporcionou à cultura do milho, o mesmo resultado que a maior dose de aplicação de N sem inoculante, assim, a combinação das menores doses nitrogenadas com o inoculante não apresentaram resultados significativos. Para Carmo et al. (2020), o uso de inoculantes só se justifica caso o produtor queira reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados. Em contrapartida, Repke et al. (2013), observou que a aplicação da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense* via solução nas sementes, acompanhada ou não de doses de nitrogênio, não interferiu no desenvolvimento de plantas e na produtividade do milho, desta maneira, o método não permite a redução da dose, muito menos, substitui o uso de fertilizantes nitrogenados, o que

concorda com os resultados obtidos no presente estudo, o qual também não comprovou a eficiência de *A. brasiliense*, nem da cobertura nitrogenada.

Reis Junior et al. (2008) também concluíram que não houve efeito da inoculação com bactérias diazotróficas na eficiência de utilização de N. Isso se deu, de forma geral, para os dois híbridos de milho, H1 (Carioca x Eldorado) e H2 (Palha Roxa x Sol da Manhã), e em qualquer regime de fornecimento de N, apenas promoveu maior produção de matéria seca e acúmulo de N nas raízes.

Na verdade, a inconsistência em trabalhos de inoculação com *Azospirillum* é bastante conhecida e variações no ambiente, solo ou substrato, nas plantas e nos componentes da microflora são consideradas como responsáveis por esta variação de respostas à inoculação entre diferentes experimentos (DOBBELAERE et al., 2001).

Ressalta-se que a produtividade do milho da parcela testemunha foi semelhante aos demais tratamentos com inoculação ou com cobertura, podemos supor que o solo e a adubação de base foram suficientes proporcionar ótima produtividade (de 9 t ha⁻¹ a 14 t ha⁻¹), atingindo a média esperada da cultivar AG8061, concordando com os resultados obtidos em estudos feitos por Fernandes et al. (2005) e Reis Junior et al. (2008).

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada em cobertura, com ou sem uso de inoculação com *Azospirillum brasiliense*, na cultura do milho, não promoveu alteração da sua produtividade, da densidade aparente de grãos (Peso hectolítrico) nem dos parâmetros de desenvolvimento da planta (diâmetro do colmo e altura) nas condições deste experimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que me proporciona infinitas bênçãos diariamente, como concluir a faculdade e ter a oportunidade de estagiar nessa empresa fantástica, tendo os melhores pais que poderia ter.

Agradeço aos meus pais que sempre me apoiaram em tudo, se sacrificaram sempre para me dar o melhor e formaram o ser humano que eu sou. Tenho muito orgulho de ter vocês como pais, e não existem palavras para expressar meu amor, admiração, respeito e gratidão por vocês. Sem vocês nada seria possível, nem teria graça.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. João Paulo Teixeira Whitaker de estágio e TCC, pois sem ele não teria adquirido tanto conhecimento, e não chegaria até aqui. Agradeço por exercer tão bem o papel a que se propôs: professor e orientador, obrigada por todo apoio, todo o conhecimento transferido, tantas conversas. Tenho orgulho por ter te escolhido.

Obrigada a todos amigos e familiares que me apoiaram e fizeram parte dessa caminhada, cada um de vocês compõe uma parte essencial da minha jornada.

FIGURAS

FIGURA 1. Pesagem adubo



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 2. Preparo para a sementeira



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 3. Pesagem e inoculação das sementes de milho



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 4. Emergência da plântula de milho



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 5. Emergência plena das plântulas de milho (03/12)



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 6. Adubação em cobertura realizada no estágio V6



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 7. Adubação em cobertura realizada no estágio V10



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 9. Pendoamento do milho



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 8. Espigamento do milho



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 10 e 11. Colheita manual das espigas de milho



Luiz, Rita C.P.

FIGURA 12. Divisão em sacos por parcela



Luiz, Rita C.P.

REFERÊNCIAS

BARTCHECHEN, A.; FIORI, C. C. L.; WATANABE, S. H.; GUARIDO, R. C. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.) - **Campo Digit@I**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 56-59, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA, 2009. 399 p.

CÂMARA, G. M. S.. Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. **Visão Agrícola**, n. 5, 2006. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-planta-e-ambiente01.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

CARMO, K. B.; BERBER, G. C. M.; BOURSCHEIDT, M. L. B.; GARCIA, M. N.; SILVA, A. F.; FERREIRA, A. Desempenho agrônômico do milho safrinha em resposta a doses de nitrogênio combinadas com inoculante biológico em Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 7, p. 95–101, 2020.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERMANI, L. C.. **Nutrição e adubação do milho**. 4. Ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, set. 2008. (Sistemas de Produção, 2, versão eletrônica). Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/491015/4/Nutricaoadubacao.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

COELHO, A. M.. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. (Circular Técnica, 78). Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/491015/4/Nutricaoadubacao.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

COSTA, E. C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B.; MURARI, A. B.; MANZONI, C. G. **Entomologia Florestal**. Santa Maria, RS: Ed. da UFSM, 2008. 240 p.

CIVARDI, E. A.; NETO, A. N. S.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E.. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, 7º levantamento. v. 8, safra 2020/2021. Brasília: Conab, abr. 2021.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J. F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Aust. J. Plant Physiol.**, v. 28, p. 871-879, 2001.

DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2000. p. 251-254.

EMBRAPA. **Tecnologia Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, Ampii, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355008/0/Folder+tecnologia+FBN/72690c5d-c076-4f9f-b48a-7f6ebec0183d>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Cultivo do Milho**, Sistemas de produção, 1. 9. ed., nov. 2015. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1gal1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658>. Acesso em: 05 de nov. 2021.

EMBRAPA. **Cientistas se baseiam em evidências genéticas e arqueológicas para uma nova versão da história do milho**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/40019246/cientistas-se-baseiam-em-evidencias-geneticas-e-arqueologicas-para-uma-nova-versao-da-historia-do-milho>>. Acesso em: 02 set. 2021

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. In: CRUZ, J.C. et al. (Ed.). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 338 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FANCELLI, A. L. **Plantas Alimentícias: guia para aula, estudo e discussão**. Piracicaba, SP: ESALQ-USP, 1986. 131 p.

FANCELLI, A. L.. **Manejo baseado na fenologia aumenta a eficiência de insumos e produtividade**. Piracicaba, SP: ESALQ-USP, 2015. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo2.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2021.

FERNANDES, F.C.S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J.A.C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **R. Bras. Milho Sorgo**, v. 4, p. 195-204, 2005.

FIESP. **Safra mundial de milho 2021/22**. São Paulo: Fiesp, 2021. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20211014203235-boletim milho outubro 2021/>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

GITTI, D. C.; RIZZATO, L. A.. **Manejo da nutrição e seus efeitos na produtividade do milho safrinha**. Maracaju, MS: Fundação MS, 2019. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/352/352/5ebc4634c61a4c5f811be5497e0fae596989c5086f013_01-manejo-da-nutricao-e-seus-efeitos-na-produtividade-do-milho-safrinha-2019-somente-leitura-.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2021

GLOBO. **Brasil é o 4º maior produtor de grãos, atrás da China, EUA e Índia**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/06/01/brasil-e-o-4o-maior-produtor-de-graos-atras-da-china-eua-e-india-diz-estudo.ghtml>>. Acesso em: 02 set. 2021.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p.

IBGE. **PAM 2020**: valor da produção agrícola nacional cresce 30,4% e chega a R\$ 470,5 bilhões, recorde da série. Rio de Janeiro, RJ: Agência IBGE Notícias, 22 set. 2021. (Editorial, Estatísticas Econômicas). Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31672-pam-2020-valor-da-producao-agricola-nacional-cresce-30-4-e-chega-a-r-470-5-bilhoes-recorde-da-serie>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

IPNI. **Seja o doutor do seu milho**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993 (Arquivo do Agrônomo, 2). Disponível em em: <[https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3137/\\$File/Seja%20o%20doutor%20do%20milho%20vers%C3%A3o%201.pdf](https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3137/$File/Seja%20o%20doutor%20do%20milho%20vers%C3%A3o%201.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2021.

JURANDY, E.; CARDOSO, B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**, 2 ed. Piracicaba, ESALQ, 2016. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/Microbiologia_solo.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2021.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.. **Fisiologia da Produção de Milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, dez. 2006 (Circular técnica, 76). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ_76.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2021.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E.. Fisiologia do Milho. Sete Lagoas: EMBRAPA, dez. 2002. (Circular técnica, 22).

Mazzuchelli, R. de C. L.; Sossai, B. F.; Araújo, F. F. de. Inoculação de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Colloquium Agrariae**. v.10, n. 2, p. 40–47. 2014.

MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B.; CUNHA, M. H.. **20 perguntas e respostas sobre Fixação Biológica de Nitrogênio**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, fev. 2010. 19 p. (Documentos, 281). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883833/1/doc281.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

OLIVEIRA, L. F. C.; et al. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. 2. ed. (on-line). Brasília, DF: Embrapa, 2018. 61 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1098515/conhecendo-a-fenologia-do-feijoeiro-e-seus-aspectos-fitotecnicos>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

PATRIQUIN, D. G.; DÖBEREINER, J.; JAIN, D. K. Sites and processes of association between diazotrophs and grasses. Ottawa, **Canadian Journal of Microbiology**, v. 29, n. 8, p. 900- 915, 1983.

POTAFOS. **Nutri-fatos**. Piracicaba, SP: Potafós-IPNI, 1996. (Arquivo do agrônomo, 10). Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/155DF47FDEECC25783257B8D006E9C47/\\$FILE/Nutrifatos1-12.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/155DF47FDEECC25783257B8D006E9C47/$FILE/Nutrifatos1-12.pdf)>. Acesso em: 04 nov. 2021.

QUEIROZ, A.M.; SOUZA, C. H. E., MACHADO, V. J., LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; SILVA, A. A.. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p. 257-266, 2011.

REIS JUNIOR, F. B. et al. Inoculação de *Azospirillum Amazonense* Em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Brasília, v. 32, p. 1139–1146, 2008.

REPKE, R.A. et al. Eficiência da *Azospirillum* brasileiro combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p.214-226, 2013.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A. e ESPINAL, F. S. C.. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.2. p.118-127, 2009.

SOUSA, V. F. O. Uso de bactérias como inoculante e fonte de fertilizante na cultura do milho. **Meio Ambiente** (Brasil), v. 2, n. 3. p. 053-057, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A.. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal** . 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017. 858 p.

VIDEIRA, S. S.; ARAÚJO, J. L. S.; BALDANI, V. L. D. Metodologia para isolamento e posicionamento taxonômico de bactérias dizotróficas oriundas de plantas não-leguminosas. Seropédica, RJ: Embrapa **Agrobiologia**, 2007. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/629417/1/doc234.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

VIEIRA, R. F.. **Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 163 p. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1090589/1/2017LV04.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

ZILLI, J. E.; REIS JÚNIOR, F. B. (Ed.). **Anais da XIX RELARE**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2019. (Documentos, 310). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1098167/1/DOC3102019.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARROS, J. F. C.; CALADO, J.G. **A cultura do milho**. Évora, Portugal: Universidade de Évora, 2014. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BEGNINI, G.; ASSMANN, E. J.; RITTER, G.; BRITO, T. S.. Adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos na cultura do milho. **Revista cultivando o saber**, Cascavel, v. 9, n. 3, p. 1-7, 2018.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre, RS: Emater-Ascar, 2014. 84 p.

BERGER, K. C. **Seja o doutor do seu milho**. Piracicaba, SP: Potafós/IPNI, 1993. (Informações Agronômicas, 63, encarte: Arquivo do agrônomo, 2). Disponível em: <[https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3137/\\$File/Seja%20o%20doutor%20do%20milho%20vers%C3%A3o%201.pdf](https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3137/$File/Seja%20o%20doutor%20do%20milho%20vers%C3%A3o%201.pdf)>. Acesso em: 04 nov. 2021.

DARÓS, R. **Cultura do milho**: manual de recomendações técnicas. Dourados-MS: AGRAER, 2021. 11 p. Disponível em: < http://www.agraer.ms.gov.br/wp-content/uploads/2015/05/Manual_de_recomenda%C3%A7%C3%B5es_t%C3%A9cnicas_cultura_do_milho.pdf>. Acesso em: 05 out. 2021.