



INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* E BIOATIVADOR: INCIDÊNCIA DE ENFEZAMENTO E PRODUTIVIDADE EM MILHO SAFRINHA

Guilherme Xavier Lúcio dos Santos⁽¹⁾, Marcos Doniseti Michelotto⁽²⁾, Paulo Sérgio Cordeiro Junior⁽¹⁾, Everton Luís Finoto⁽²⁾, Angela Cristina Bieras Fecchi⁽³⁾ e Aildson Pereira Duarte⁽⁴⁾

1. Introdução

Os nutrientes exercem funções específicas no metabolismo vegetal, afetando, assim, seu crescimento e sua produção. Além disso, podem aumentar ou reduzir a resistência das plantas aos patógenos (Marschner, 1995). Dessa forma, plantas em melhores condições nutricionais podem apresentar menor incidência ou severidade de doenças.

Recentemente, algumas regiões produtoras de milho do estado de São Paulo foram constatadas com altas incidências de enfezamento, intensificando-se na safrinha de 2016 (Duarte, 2017). O enfezamento pálido causado pelo Corn Stunt Spiroplasma (espiroplasma) e enfezamento vermelho causado pelo Maize Bushy Stunt Phytoplasma (fitoplasma), classificados como mollicutes, são de grande importância em regiões tropicais e subtropicais do continente Americano em milho (Oliveira et al., 1998).

A incidência dos enfezamentos e o comprometimento da produção de grãos estão relacionados à suscetibilidade do híbrido de milho, à população de vetores no local, ao estágio de desenvolvimento das plantas na época de infecção e às condições nutricionais em que as mesmas se encontram (Bedendo, 1999).

A inoculação de bactérias promotoras do crescimento de plantas como *Azospirillum brasilense*, denominadas fixadoras de N₂, pode contribuir para o desenvolvimento das plantas pela fixação biológica do nitrogênio e produção de fitohormônios (Hungria et al., 2010). Já os bioativadores têm mostrado influência em muitos processos metabólicos nas plantas, promovendo o equilíbrio hormonal e favorecendo a expressão do potencial genético do híbrido (Ferreira et al., 2007).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da utilização de inoculante contendo bactéria *A. brasilense* em combinação com bioativador de plantas, na presença e

⁽¹⁾Graduando em Agronomia, Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP. E-mails: guilhermexaviersantos@hotmail.com; pscordeiro@outlook.com

⁽²⁾Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador, APTA – Polo Regional Centro Norte, Pindorama – SP. E-mails: michelotto@apta.sp.gov.br; evertonfinoto@apta.sp.gov.br

⁽³⁾Eng. Agrônoma, Dra., Professora, Centro Universitário de Rio Preto- UNIRP. E-mail: acbieras@gmail.com

⁽⁴⁾Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador, Programa Milho e Sorgo IAC/APTA, Campinas – SP. E-mail: aildson@apta.sp.gov.br





ausência de nitrogênio em cobertura, visando à diminuição nos sintomas visuais de enfezamento vermelho e pálido.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado na APTA (Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio), Polo Centro Norte, localizado no município de Pindorama - SP. A área experimental tem solo caracterizado como Argissolo.

O híbrido de milho foi o AS 1633, com tecnologia VT PRO3™, de ciclo precoce e população recomendada de 55.000 plantas/ha, semeado no dia 17/03/2017. Adubou-se na semeadura com 280 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 08-28-16. O experimento foi implantado em sistema de preparo do solo convencional (grade pesada + grade niveladora) com semeadura adubadora, modelo pneumática. Aplicou-se, em cobertura, nos estádios V4 e V6, 70 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, em cada aplicação.

O delineamento foi o de blocos casualizados, seguindo esquema fatorial completo 6x2, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu a seis tratamentos de semente (1. testemunha - sem inoculante e sem bioativador ; 2. inoculante *A. brasilense* via semente; 3. bioativador via semente; 4. associação do inoculante *A. brasilense* + bioativador via semente; 5. inoculante de *A. brasilense* aplicado 4 vezes a dose recomendada no sulco de semeadura e; 6. associação do inoculante *A. brasilense* aplicado 4 vezes a dose recomendada no sulco de semeadura + bioativador via semente).

O segundo fator correspondeu à utilização ou não de adubação nitrogenada em cobertura. As adubações de cobertura foram realizadas em duas vezes nos estádios V4 e V6, na superfície do solo, totalizando 90 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia.

O inoculante comercial utilizado como fonte da bactéria foi o Biomax Premium® na dosagem de 150 mL a cada 20 kg de sementes e 500 mL ha⁻¹ no sulco de semeadura e o bioativador comercial foi o Nobrico Star® TS Nortox, composto por carbono orgânico, polissacarídeos, Alfa L Aminoácidos, extrato de algas e molibdênio, na dosagem de 60 mL a cada 50 kg de sementes. Aplicou-se o inoculante e o bioativador via semente nos tratamentos correspondentes e via sulco de semeadura, utilizando-se um pulverizador costal elétrico, com vazão de 50L ha⁻¹ de calda, antes do cobrimento das sementes.

As parcelas foram constituídas de quatro linhas de 10,0 m de comprimento, com linhas de semeadura espaçadas em 0,9 m, num total 36 m². Como área útil foram desconsiderados 31,5 m² correspondente a exclusão de 2,5 metros nas extremidades e duas linhas. Para o controle de pragas, foram feitas duas aplicações (estádio V6 e V8) dos inseticidas Engeo™



Pleno (tiametoxam + lambda-cialotrina) + Fastac (alfa-cipermetrina) 100 SC, na dosagem 0,25 L ha⁻¹ do p.c. e 0,2 L ha⁻¹ do p.c. respectivamente, utilizando pulverizador tratorizado de barras na vazão de 300 L ha⁻¹.

Para a avaliação do enfezamento, foram realizadas duas avaliações, nos estádios R1 (pendoamento) e R3 (grão pastoso). Para tanto, foi realizada a contagem, nas duas linhas centrais da parcela, do número de plantas total e com sintomas visuais de enfezamento vermelho e enfezamento pálido, observando apenas um único sintoma predominante em cada planta. Para a avaliação da produtividade, as espigas foram colhidas manualmente e debulhadas mecanicamente e os grãos pesados, calculando-se o valor por área, em kg ha⁻¹, com umidade corrigida para 13%.

A partir do número de plantas com sintomas, obtiveram-se as porcentagens de plantas com sintomas e estes transformados em arco seno raiz (x/100) e submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Realizou-se também a análise de correlação entre a doença e a produtividade.

3. Resultados e Discussão

Na primeira avaliação realizada no estádio R1 (pendoamento) não se observou interação significativa entre os fatores tratamento de sementes x adubação nitrogenada em nenhum dos sintomas do enfezamento avaliados (Tabela 1). No entanto, observou-se que todos os tratamentos utilizados nas sementes reduziram a porcentagem de plantas com sintomas tanto de avermelhamento quanto de enfezamento pálido, com destaque para os tratamentos T3 (bioativador via semente), T4 (*A. brasilense* + bioativador via semente) e T5 (*A. brasilense* via sulco de semeadura), com porcentagens nas somas dos sintomas de 38%, 33% e 33 %, respectivamente, enquanto na testemunha, a porcentagem de plantas com sintomas foi de 56% (Tabela 1). A aplicação de nitrogênio em cobertura não proporcionou redução dos sintomas (Tabela 1).

Na segunda avaliação realizada no estádio R₃ (grão pastoso), observou-se a mesma tendência da avaliação anterior, mas com os tratamentos T3 (bioativador via semente), T4 (*A. brasilense* + bioativador via semente) e T6 (*A. brasilense* via sulco de semeadura (4x a dose) + bioativador via semente) com valores de plantas com sintomas de 40%, 34% e 36%, respectivamente, enquanto na testemunha a porcentagem de plantas com sintomas foi de 59% (Tabela 2). Novamente o fator adubação nitrogenada em cobertura não apresentou diferença significativa (Tabela 2).



Tabela 1. Porcentagem de plantas com sintomas do enfezamento (vermelho, pálido e soma dos sintomas) em plantas de milho safrinha em estágio R1. Pindorama – SP (safrinha 2017).

Tratamentos de sementes (TS)	Sintomas do Enfezamento		
	Avermelhamento das folhas (%AV)	Enfezamento Pálido (%EP)	Total (%AV + %EP)
T1	47,99 a	21,08 a	55,94 a
T2	37,75 b	12,44 b	40,89 b
T3	34,32 bc	14,08 ab	38,28 bc
T4	29,19 c	12,49 b	33,04 c
T5	35,19 b	15,84 ab	32,98 c
T6	28,81 c	13,93 ab	35,91 bc
Teste F - TS	25,57**	2,77**	33,66**
Adubação (A)			
Sem N	35,16	13,38	39,29
Com N	35,93	16,58	41,30
Teste F - A	0,46 ^{ns}	4,07 ^{ns}	0,46 ^{ns}
Teste F - TS x A	0,65 ^{ns}	1,06 ^{ns}	1,49 ^{ns}
CV (%)	11,06	16,72	10,19

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo. ** = significativo a 5%.

(T1) = S/*Azospirillum* e S/bioativador; (T2) = *A. brasilense* via semente; (T3) = bioativador via semente; (T4) = *A. brasilense* + bioativador via semente; (T5) = *A. brasilense* via sulco de semeadura (4x a dose) e (T6) = *A. brasilense* via sulco de semeadura (4x a dose) + bioativador via semente.

Quando realizada a análise de correlação entre os sintomas da doença e a produtividade, observou-se que tanto o avermelhamento das folhas ($-0,3624^*$; $p=0,0114$) quanto o enfezamento pálido ($-0,4697^{**}$; $p=0,0008$) ou a soma dos sintomas ($-0,4703^{**}$; $p=0,0007$) apresentaram correlação negativa significativa com a produtividade, ou seja, quanto maior a porcentagem de plantas com sintomas da doença, menor a produtividade das plantas de milho. De acordo com a análise de correlação, 47% da variação na produtividade deste experimento pode ser explicado pela soma dos sintomas do enfezamento nas plantas.

Observou-se interação significativa entre os fatores tratamentos de sementes e adubação nitrogenada na produtividade de grãos (Tabela 2). Ao analisar os desdobramentos, em todos os tratamentos de sementes a adoção do nitrogênio em cobertura proporcionou maior produtividade quando comparado a sua ausência (Tabela 3). Já entre os tratamentos de sementes, quando se usou o nitrogênio em cobertura, os tratamentos com maior produtividade foram os T4 (*A. brasilense* + bioativador via semente) e T6 (*A. brasilense* via sulco de semeadura (4x a dose) + bioativador via semente), com aumentos de produtividade acima de 90% (Tabela 3).

Importante ressaltar que embora a aplicação do nitrogênio tenha aumentado a produtividade, somente o uso do inoculante e do bioativador é que proporcionaram reduções



significativas na porcentagem de plantas com enfezamento. Possivelmente, essas substâncias tenham aumentando o vigor inicial das plantas, auxiliando contra o patógeno.

Tabela 2. Porcentagem de plantas com sintomas do enfezamento (vermelho, pálido e soma dos sintomas) em plantas de milho safrinha em estágio R3. Pindorama - SP (safrinha 2017).

Tratamentos de sementes (TS)	Sintomas do enfezamento			Produtividade kg ha ⁻¹
	Avermelhamento das folhas (%AV)	Enfezamento pálido (%EP)	Total (%AV + %EP)	
T1	50,08 a	21,80 a	58,87 a	3.106,47 c
T2	39,66 b	15,21 b	43,86 b	4.496,85 b
T3	35,69 b	15,97 b	40,36 bc	4.574,07 b
T4	29,73 c	15,27 b	34,46 c	5.314,57 a
T5	36,06 b	18,75 ab	42,57 b	4.508,60 b
T6	29,84 c	17,63 ab	40,65 c	5.340,73 a
Teste F - TS	30,82**		39,56**	55,58**
Adução (A)				
Sem N	36,8	16,46	42,10	3.617,17 b
Com N	36,9	18,42	43,24	5.416,59 a
Teste F - A	0,01 ^{ns}	3,94 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1229,27**
Teste F - TS x A	0,65 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,46 ^{ns}	20,90**
CV (%)	11,06	16,72	9,21	6,51

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo. ** = significativo a 5%.

(T1) = S/*Azospirillum* e S/bioativador; (T2) = *A. brasilense* via semente; (T3) = bioativador via semente; (T4) = *A. brasilense* + bioativador via semente; (T5) = *A. brasilense* via sulco de semeadura (4x a dose) e (T6) = *A. brasilense* via sulco de semeadura (4x a dose) + bioativador via semente.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre combinações de inoculação e nitrogênio em cobertura para a produtividade. Pindorama - SP (safrinha 2017).

Tratamentos	Com nitrogênio	Sem nitrogênio	Teste F
T1	3.319,84 d A	2.893,10 b B	31,00**
T2	5.612,13 bc A	3.681,01 a B	245,06**
T3	5.535,13 c A	3.613,01 a B	211,30**
T4	6.624,28 a A	4.004,87 a B	332,27**
T5	5.380,15 c A	3.637,05 a B	204,09**
T6	6.108,03 ab A	4.173,43 a B	310,07**
Teste F	4,22**	72,27**	-
CV (%)	7,56	5,58	-

Médias seguidas pela mesma letra na linha e na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** = significativo a 5%.

(T1) = S/*Azospirillum* e S/bioativador; (T2) = *A. brasilense* via semente; (T3) = bioativador via semente; (T4) = *A. brasilense* + bioativador via semente; (T5) = *A. brasilense* via sulco de semeadura (4x a dose) e (T6) = *A. brasilense* via sulco de semeadura (4x a dose) + bioativador via semente.



4. Conclusões

A utilização de inoculante contendo a bactéria *Azospirillum brasilense*, associado ou não ao bioativador, reduz os sintomas do enfezamento vermelho e pálido. A aplicação do nitrogênio em cobertura não proporciona diminuição dos sintomas visuais de enfezamento vermelho e pálido do milho. A inoculação com *Azospirillum brasilense* contribui para a menor incidência de enfezamento e aumento da produtividade do milho safrinha em ambientes com alta pressão da doença nos primeiros estádios de desenvolvimento.

Referências

BEDENDO, I.P. Enfezamento vermelho e enfezamento pálido do milho associados a fitoplasma e espiroplasma: sintomatologia, etiologia e técnicas para detecção e identificação destes agentes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.25, p.190-196, 1999.

DUARTE, A.P. Síntese sobre enfezamento e viroses na cultura do milho. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 40., **Resumos...** Instituto Agrônomo. Disponível em: <http://www.zeamays.com.br/artigos/>. Acesso em: 14 ago. 2017.

FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; PINHO, E.V.R.V.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.2, p.80-89, 2007.

HUNGRIA M.; CAMPO R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, The Hague, v.331, p.413-425, 2010.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic, 1995, p.889.

OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J.M.; FERNANDES, F.T.; PAIVA, E.; RESENDE, R.O.; KITAJIMA, W.E. Enfezamento pálido e enfezamento vermelho na cultura do milho no Brasil Central. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.23, p.45-47, 1998.

