



DESEMPENHO DA CULTURA DO MILHO EM SOLOS CONDICIONADOS COM TURFA E EXTRATOS TURFOSOS COM E SEM INOCULAÇÃO DE AZOSPIRILLUM, SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

<https://doi.org/10.33872/puxirum.v1n1.culturadomilho>

JOSIANE MARCELO XAVIER¹; MARCELO H. S. PICOLI²; EDERSON DA SILVA MARTINS³

¹ Graduada, Agronomia, Unifatecie. Paranavai - PR.

² Professor Doutor, Coordenador do curso de Agronomia Integrado, Campo Mourão – PR.

³ Graduado, Agronomia, Unifatecie. Paranavai – PR.

RESUMO: A cultura do milho tem como característica ser uma grande removedora de nitrogênio presente no solo, sendo que usualmente requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo. Uma alternativa para minimizar as perdas e diminuir os custos é a aplicação de substâncias húmicas, como a turfa, no solo e com associação de bactérias com capacidade de fixação biológica do nitrogênio. O estudo foi realizado na safra agrícola de 2020/2021 por meio do cultivo do milho safrinha, híbrido Status Viptera 3, na cidade de Terra Rica-PR, com delineamento experimental com blocos ao acaso com quatro repetições de 8 tratamentos distintos. Ao realizar a análise de variância para os resultados obtidos, observou-se que não ocorreram diferenças significativas nos parâmetros analisados (produtividade, peso de grãos por planta, altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, massa de mil grãos e índice de espigas), apesar de outros estudos relatarem incrementos na produção.

PALAVRAS-CHAVE: Milho; Turfa; Azospirillum; rendimento.

PERFORMANCE OF MAIZE CROP ON SOIL CONDITIONED WITH PEAT AND PEAT EXTRACTS WITH AND WITHOUT AZOSPIRILLUM INOCULATION UNDER DIFFERENT DOSES OF NITROGENATED FERTILIZATION IN COVER

ABSTRACT: The corn crop has the characteristic of being a great nitrogen remover present in the soil, and usually requires the use of nitrogen fertilizer in cover to complement the amount supplied by the soil. An alternative to minimize losses and reduce costs is the application of humic substances, such as peat, to the soil and with the



association of bacteria with biological nitrogen fixation capacity. The study was carried out in the 2020/2021 agricultural harvest through the cultivation of off-season corn, of the Status Viptera 3 hybrid, in the city of Terra Rica-PR, with an experimental design with randomized blocks with four replications of 8 different treatments. When performing the analysis of variance for the results obtained, it was observed that there were no significant differences in the parameters analyzed (productivity, grain weight per plant, plant height, insertion height of the first ear, mass of a thousand grains and corn cob index), despite other studies reporting increases in production.

KEY WORDS: Maize; Peat; Azospirillum; performance.



INTRODUÇÃO

É sabido que o solo é constituído por matéria mineral, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos, no entanto suas proporções são variáveis de um local para o outro. A fração orgânica (matéria orgânica) é originária da decomposição de restos vegetais, animais e micro-organismos. A mesma tem o poder de influenciar positivamente as características físicas, químicas e biológicas do solo, com papel fundamental na melhoria da fertilidade. Logo, a sua ausência é resultante da retirada da mata nativa e do uso intensivo das áreas para produções agropecuárias (TERRA PRIMA, 2019).

Em relação a produção de cereais, o milho safrinha tem sido viável economicamente para o produtor e tornou-se importante nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, mas há carência de resultados experimentais em relação à dose de N a ser adicionada na semeadura e em cobertura (FILHO, 2002).

A adubação nitrogenada em cobertura é utilizada de modo a complementar os teores de nitrogênio fornecido pelo solo, tal manejo é aplicado, devido a cultura do milho ser uma grande removedora desse nutriente, sendo este de suma importância para o aumento da produtividade da cultura (EMBRAPA, 2005). A disponibilidade de N no solo ocorre através da mineralização da matéria orgânica e pelos adubos nitrogenados sintéticos. Perante ao cenário no qual a alta demanda exige que os agricultores obtenham altas taxas de produtividade, a presença de matéria orgânica e de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) possuem papel fundamental na melhoria das características do solo, inclusive na fixação biológica de nitrogênio e na retenção de demais nutrientes inseridos pelo sistema de cultivo (OKUMURA et al., 2013; NAKAO et al., 2014).

Entretanto, fertilizantes nitrogenados sintéticos, quando disponibilizados ao solo, podem sofrer perdas através dos processos de lixiviação, fixação no solo e, principalmente por volatilização, além dos custos elevados (NASCIMENTO et al., 2013). Uma alternativa para minimizar perdas e diminuir os custos é a aplicação de substâncias húmicas, como a turfa, no solo, apresentando resultados positivos na produção (CANELLAS et al., 2013). O fertilizante de origem orgânica, quando comparado ao químico, apresenta favorecimento e multiplicação de microrganismos benéficos, como as



BPCP, que promove, de forma geral, maior porosidade no solo, resultando em aeração satisfatória nas camadas profundas e melhor desenvolvimento do sistema radicular (IZUMI et al., 2010).

Destacando-se ainda, os adubos orgânicos são uma alternativa para os produtores rurais de pequeno e médio porte, principalmente por reduzirem os custos e serem de fácil acesso (SILVA et al., 2012).

Sob essa ótica, evidencia-se também o uso desses compostos húmicos associados a inoculação de *Azospirillum brasilense*, uma bactéria que apresenta capacidade de fixação biológica do nitrogênio quando em associação com gramíneas, com grande interesse no Brasil. Esse fato deve-se principalmente pelo desejo em incrementar a produtividade das plantas com custo menor, além da prática consciente em prol da agricultura sustentável e menos poluente (EMBRAPA, 2011). A inoculação com *Azospirillum brasilense* tem proporcionado ganhos vantajosos para o agricultor sem a necessidade de grandes investimentos com fertilizantes químicos (especificamente com os nitrogenados). Pode haver redução de até 25% do uso de fertilizante nitrogenado de cobertura aplicado em plantios de altos rendimentos (EMBRAPA, 2015).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o uso da turfa, do extrato turfoso e da inoculação de *Azospirillum brasilense* associados via sulco de plantio, sob diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura, na melhoria das propriedades físicas, físico-químicas, da atividade biológica do solo, da produtividade e reduzir o uso de adubos sintéticos no cultivo do milho na região Noroeste do Paraná.

Sabe-se que as adubações nitrogenadas geram custos elevados no cultivo do milho, no entanto a falta e/ou manejo inadequado dessas adubações são um dos fatores que acabam limitando a produtividade da cultura. Dessa forma, o presente estudo teve os seguintes objetivos:

- Avaliar melhorias na produtividade do milho por meio da inoculação de *Azospirillum brasilense* em cultura com solos condicionados com turfa;
- Melhorar as características das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo a longo prazo;



- Favorecer o desenvolvimento e associação de bactérias diazotróficas (*Azospirillum brasilense*) com a rizosfera das plantas do milho propiciando a fixação biológica de nitrogênio;
- Melhorar a CTC e a capacidade de retenção de água do solo, conseqüentemente aumentando a disponibilidade de nutrientes e água para a cultura, possibilitando a redução do uso de adubos nitrogenados sintéticos e/ou gerando incremento na produtividade.

De acordo com Franchi (2000) “a turfa é uma substância fóssil, classificada como organo-mineral, sua formação ocorre de maneira lenta, por meio do processo de decomposição de restos vegetais em áreas alagadiças como várzeas de rios, planícies e regiões de lacustres.”

Embora seja conhecida mundialmente como bem mineral energético, destaca-se o fato de que as turfas apresentam propriedades implícitas para uso agrícola, devido aos seus elevados teores de substâncias húmicas (SUSZCZYNSKI, 1982 apud FRANCHI, 2000). Os EUA e o Canadá utilizam extensivamente a turfa na agricultura como condicionador de solos (IPT, 1978 apud FRANCHI, 2000).

O húmus é considerado um material com característica aglutinadora, fato que promove o efeito benéfico para o devido condicionamento do solo (FRANCHI, 2000). Os benefícios das substâncias húmicas apresentam-se principalmente pelo incremento no desenvolvimento de raízes laterais (AGUIAR et al., 2013) e pela ativação das bombas de prótons H^+ - ATPases presentes na membrana plasmática das células radiculares (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014). Já no solo, essas substâncias estão relacionadas com a função de regulação na disponibilidade de NH_3 gerada na hidrólise da ureia (DONG et al., 2009).

A turfa é riquíssima em húmus, ao qual é constituído por ácidos húmicos (fração solúvel em meio alcalino) e fúlvicos (fração solúvel em meio aquoso). No entanto, sua composição original é acida, possuindo pH entre 3.5 e 4, desta forma, a turfa só passa a ser recomendada como insumo agrícola após passar pelas etapas de secagem, moagem, melhoria de suas propriedades químicas e elevação do pH (produto final com pH entre 6 e 6.5), ou seja, material apto a atuar na melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (CANAONLINE, 2015).



As substâncias húmicas, que compõem a turfa, são produtos intermediários no ciclo da decomposição da matéria orgânica (oxidação biológica) e possuem alto peso molecular, com coloração variando de amarelada a preta. Podem ser caracterizadas quimicamente como ricas em grupos funcionais oxigenados, como o COOHC=O de quinonas e OH fenólico e OH alcoólico (PETRONI, 1999).

Por possuir alto teor de húmus, tem uma capacidade de troca de cátions elevada, passando dos 1,5 mil mmolc/dm³, visto que um solo fértil da região de Ribeirão Preto não passa de 100 mmolc/dm³. Este é o motivo pelo qual as respostas a adubação com a turfa estabilizada são maiores, pois nada é perdido no processo de lixiviações pela chuva ou em imobilizações químicas (CANAONLINE, 2015).

As bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) são um grupo de microrganismos que apresentam características benéficas às plantas devido principalmente à capacidade de promover a colonização de diversos tecidos vegetais, como a superfície das raízes, rizosfera e tecidos internos (DAVISON, 1988; KLOEPPER et al., 1989).

O gênero *Azospirillum* é uma bactéria de vida livre, considerada diazotrófica, pois realiza o processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico, estando inserida no grupo de BPCP sendo encontrada em praticamente todos os biomas, no entanto, bactérias desse gênero podem ser endofíticas facultativas (HUERGO et al., 2008). Essas bactérias destacam-se principalmente pela característica de fixação biológica de nitrogênio no solo, quando em associação com gramíneas (DÖBEREINER et al., 1976). A inoculação, quando associada à aplicação da metade da dose de N recomendada em cobertura, resultou em rendimentos de grãos similares à condição onde aplicou-se dose total de N mineral em cobertura, indicando que, com a inoculação das sementes, é possível reduzir a dosagem de N aplicada em cobertura (MUMBACH, 2017).

METODOLOGIA

Delineamento Experimental

O experimento ocorreu na safra agrícola de 2020/2021 por meio do cultivo do milho safrinha, onde o híbrido utilizado foi o Status Viptera 3, que possui alto potencial produtivo, ciclo precoce, amplitude de plantio (safra e segunda safra), com biotecnologia na proteção contra lagartas da folha, da espiga, do elasmô e é resistente ao glifosato.



A área de implantação fica situada no município de Terra Rica-PR, sendo sua localização geográfica de 22° 37' 49 72" de latitude Sul e 52° 33' 32 83" de longitude O, apresentando altitude de aproximadamente 300 m. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é classificado como Cfa, isto é, clima subtropical, com verão quente, onde as temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco (KÖPPEN; GEIGER, 1928).

De maneira geral, o solo do município é classificado como Latossolo Vermelho Distróficos. Este solo é oriundo do arenito da Formação do Caiuá, possui elevado teor de areia e baixa porcentagem de argila, os quais aparecem nos setores mais elevados da região. São solos extremamente friáveis e, conseqüentemente, com alta suscetibilidade à erosão. Os teores de areia atingem 85% a 90% e possuem níveis críticos de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e, não raro, baixos níveis de matéria orgânica, cerca de 1%, podendo, ocorrer deficiência de macro e micronutrientes nas culturas (EMBRAPA, 2002).

A cultura foi implantada dia 15/03/2020 em sucessão à cultura da mandioca. Todos os manejos da cultura desde o plantio até a colheita foram conduzidos de forma manual, isto é, o sulco de plantio foi efetuado com enxada fazendo-se uso de linhas guia, a semeadura realizada com matraca, a distribuição de fertilizantes foi a lanço (no sulco e em linha quando em cobertura), já as aplicações de extrato de turfa, Azospirillum brasilense e de defensivos agrícolas ocorreram através do uso de pulverizador costal de 20 litros.

As parcelas experimentais foram constituídas de 6 linhas de 6 metros, com espaçamento de 0,45 metros entre linhas e 66666 plantas ha⁻¹.

Os tratamentos foram conduzidos com as seguintes dosagens: na adubação de base foram aplicados 206 kg ha⁻¹ do formulado 08-16-16, via sulco de plantio, a dosagem foi calculada por meio da recomendação do IAPAR para estado do Paraná (OLIVEIRA, 2003), logo a dose de N aplicada foi 16,48 kg ha⁻¹, já a adubação de cobertura foram avaliadas duas doses (70% e 100% da dose, 84 e 120 kg de N ha⁻¹, respectivamente), ambas parceladas em duas aplicações, a primeira com 50% das doses recomendadas ocorreu no dia 18/04/2020 e os outros 50% no dia 02/05/2020, isto é, nos estádios V6 e V8 (seis e oito folhas com colar visível). Tal recomendação foi embasada para uma produtividade de 11,5 t/ha. A turfa sólida teve uma aplicação 3000 kg ha⁻¹, o bioativador a base de extrato de turfa 10 litros ha⁻¹ e por último a inoculação das sementes com



Azospirillum brasilense (2,0 l ha⁻¹) efetuada via sulco de plantio por meio de pulverizações com máquina costal. O plantio ocorreu nas horas mais frescas do dia, de modo a evitar a exposição dos organismos do inoculante a altas temperaturas.

A recomendação da adubação de cobertura assim como o seu parcelamento e estágio, foram embasados na tabela de recomendação da Embrapa, considerando-se a classe textural do solo, Arenosa (< 15% de argila):

Figura 1: Sugestões para aplicações parceladas de nitrogênio em cobertura na cultura do milho.

Classe textural do solo	Doses de nitrogênio (kg/ha)	Número de folhas totalmente emergidas			
		4 a 6	7 a 8	8 a 10	10 a 12
Argilosa (36 a 60% de argila)	60 a 120 ¹		100 %		
	> 120	50 %		50 %	
Média (15 a 35% de argila)	60 a 120		100 %		
	> 120	50 %		50 %	
Arenosa (< 15% de argila)	60 a 120	50 %		50 %	
	> 120	40 %		40 %	20 %

Fonte: Coelho et al. (1991) adaptado pelos autores

O estudo foi efetuado por meio do delineamento experimental com blocos ao acaso, com 8 tratamentos e quatro repetições, cada parcela possuiu uma área total de 16,2 m². Empregando-se os seguintes tratamentos:

1. T1 – Tratamento Controle NPK (sulco de plantio) + 70% do N em cobertura;
2. T2 – NPK (sulco de plantio) + 70% do N em cobertura + inoculação com Azospirillum brasilense;
3. T3 – NPK (sulco de plantio) + 70% do N em cobertura + inoculação com Azospirillum brasilense + Turfa sólida (sulco de plantio);
4. T4 – NPK (sulco de plantio) + 70% do N em cobertura + inoculação com Azospirillum brasilense + Turfa sólida (sulco de plantio) + extratos turfosos (sulco de plantio);
5. T5 – Tratamento Controle NPK (sulco de plantio) + 100% do N em cobertura;



6. T6 – NPK (sulco de plantio) + 100% do N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense*;
7. T7 – NPK (sulco de plantio) + 100% do N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* + Turfa sólida (sulco de plantio);
8. T8 – NPK (sulco de plantio) + 100% do N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* + Turfa sólida (sulco de plantio) + extratos turfosos (sulco de plantio).

Os seguintes parâmetros foram avaliados:

- Rendimento de Grãos (t. há⁻¹): foi determinado por meio da colheita das espigas de milho em uma área útil de 3,6 m² no centro da parcela, sendo obtidos os grãos e transformados em t. há⁻¹;
- Peso de Grãos por Planta (g): coletou-se todas as espigas da área útil da parcela, os grãos foram retirados e procede-se a sua pesagem, a média foi obtida por meio da divisão do peso pelo n° de plantas da área avaliada;
- Índice de espiga %: foi efetuado através de uma divisão entre o número de espigas pelo número de plantas em duas linhas de cada parcela;
- Massa de mil grãos (g): após o debulhe e homogeneização do material, a MMG (Massa de Mil Grãos) foi obtida contabilizando-se o peso de 100 sementes multiplicadas por 10, isto a nível de parcela;
- Altura de planta e altura de inserção da primeira espiga: foi utilizada uma trena métrica, sendo medidas desde a superfície do solo até a inserção (aurícula) da última folha formada (verdadeira) e desde a superfície do solo até a base da primeira espiga, respectivamente.

Os parâmetros apresentados nas tabelas correspondem as médias. A análise estatística foi realizada por meio do Software Graphpad Prism (versão 5.0) através da análise de variância (ANOVA) pelo teste de Duncan e o nível de 5% (p<0.05) foi adotado como critério de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÕES



As médias obtidas nas quatro repetições ao acaso nos blocos de tratamento são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Média dos tratamentos cobertura de N a 70% e 100%, com o uso associado de turfa e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Parâmetros	Médias			
	Tratamentos (70%)			
	TEST(T1)	AZ (T2)	AT (T3)	ATE (T4)
Rendimento de grãos (t.há ⁻¹)	1.18 ± 0.13	1.43 ± 0.07	1.30 ± 0.10	1.67 ± 0.18
Massa de Mil Grãos (g)	158.83 ± 6.66	158.83 ± 1.57	171.29 ± 9.16	185.09 ± 8.78
Peso dos grãos / planta (g)	17.80 ± 1.94	21.46 ± 0.98	19.61 ± 1.50	25.06 ± 2.75
Índice de espigas (%)	0.86 ± 0.03	0.99 ± 0.03	0.92 ± 0.02	0.91 ± 0.01
Parâmetros	Tratamentos (100%)			
	TEST (T5)	AZ (T6)	AT (T7)	ATE(T8)
	Rendimento de grãos (t.há ⁻¹)	1.36 ± 0.08	1.11 ± 0.02	1.45 ± 0.15
Massa de Mil Grãos (g)	165.13 ± 8.12	163.80 ± 7.17	142.50 ± 3.75	142.58 ± 7.48
Peso dos grãos / planta (g)	20.40 ± 1.31	16.75 ± 0.36	21.75 ± 2.19	21.58 ± 1.43
Índice de espigas (%)	0.89 ± 0.04	0.80 ± 0.02	0.96 ± 0.02	1.02 ± 0.04

Os resultados de produtividade (t/ha) são descritos na tabela 3. Através da análise de variância, ao qual pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 3: Análise da variância para os parâmetros de produtividade do milho com cobertura de N a 70% e 100%, com o uso associado de turfa e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Fonte de Variação	Produtividade (t/há)			
	GL	SQ	QM	p-valor
TRAT	3	0.422	0.140	1.110
UREIA	1	0.026	0.026	0.211
TRAT*UREIA	3	0.378	0.126	0.994
BLOCO	3	2.304	0.768	6.049
ERRO	21	2.666	0.127	
TOTAL	31	5.799		
CV%			26.01	



A variável de peso de grãos por planta (g) é apresentada na Tabela 4. Assim como a produtividade, não houve diferença significativa na análise da variância entre os tratamentos.

Tabela 4: Análise da variância para os parâmetros de peso de grãos por planta de milho com cobertura de N a 70% e 100%, com o uso associado de turfa e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Fonte de Variação	Peso (g) de grãos por planta			
	GL	SQ	QM	p-valor
TRAT	3	95.148	31.716	1.110
UREIA	1	6.003	6.003	0.210
TRAT*UREIA	3	85.118	28.372	0.993
BLOCO	3	518.477	172.825	6.049
ERRO	21	599.978	28.570	
TOTAL	31	1304.726		
CV%			26.01	

Ao ser analisado a massa de mil grãos, dados apresentados na Tabela 5, observou-se que não houve diferença significativa.

Tabela 5: Análise da variância para os parâmetros de massa de mil grãos no cultivo do milho com cobertura de N a 70% e 100%, com o uso associado de turfa e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Fonte de Variação	Massa de mil grãos			
	GL	SQ	QM	p-valor
TRAT	3	203.125	67.708	0.112
UREIA	1	1800.00	1800.00	2.983
TRAT*UREIA	3	3593.75	1197.916	1.985
BLOCO	3	6253.125	2084.375	3.454
ERRO	21	12671.875	603.422	
TOTAL	31	24521.875		
CV%			15.26	

A análise de índice de espigas também não apresentou nenhuma diferença significativa entre todos os tratamentos realizados (Tabela 6).



Tabela 6: Análise da variância para os parâmetros de índice de espigas (%) do milho com cobertura de N a 70% e 100%, com o uso associado de turfa.

Fonte de Variação	Índice de espigas (%)			
	GL	SQ	QM	p-valor
TRAT	3	0.0361	0.0120	0.768
UREIA	1	0.0002	0.0002	0.016
TRAT*UREIA	3	0.1016	0.0339	2.159
BLOCO	3	0.0169	0.0056	0.360
ERRO	21	0.3269	0.0156	
TOTAL	31	0.4846		
CV%			13.62	

E por fim, a análise da altura de planta e altura de inserção da primeira espiga também não apresentou nenhuma diferença significativa entre todos os tratamentos realizados (Tabela 7).

Tabela 7: Resultados dos tratamentos (Azospirillum brasilienses, turfa solida, extrato de turfa), adubação com ureia sobre cobertura e Tratamentos x adubação de cobertura demonstrando que não houve diferença significativa.

Fonte de Variação	GL	Altura da planta	Altura da inserção
	SQ	SQ	SQ
TRATAMENTO	3	0,1647 ^{ns}	0,01987 ^{ns}
URÉIA	1	0,00297 ^{ns}	0,00087 ^{ns}
TRATAMENTO * URÉIA	3	0,00687 ^{ns}	0,01817 ^{ns}
BLOCO	3	0,07177 ^{ns}	0,03007 ^{ns}
ERRO	21	0,4716	0,0784
TOTAL	31	0,7177	0,1472
CV%		13,34	10,39



Tabela 8: Média dos tratamentos demonstrando a diferença.

Tratamentos	Altura da planta (m)	Altura da inserção (m)
T1	1,03	0,54
T2	1,24	0,66
T3	1,11	0,57
T4	1,08	0,57
T5	1,08	0,58
T6	1,24	0,59
T7	1,14	0,58
T8	1,07	0,62
Desvio Padrão	0,08	0,04

A adubação nitrogenada em milho é considerada uma das mais importantes operações de manejo da cultura. O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura e, apresenta na maioria das vezes o melhor custo-benefício dentre todos os nutrientes aplicados. Porém, para o cultivo no milho safrinha, como o realizado nesse experimento, a dinâmica do N sofre influência de diversos fatores e muitas vezes as respostas são menores do que em relação ao milho da safra verão.

Dentre os fatores que influenciam a resposta do milho à aplicação de nitrogênio na safrinha, pode-se destacar a condição ambiental como um fator limitante. Na safrinha, ocorre diminuição da luminosidade, risco de geadas (PR e MS), além de estiagens, como foi o caso verificado nesse estudo. Aliado a isso, a escolha correta das cultivares a serem plantadas, principalmente considerando ciclo e adaptação a esse período de cultivo, é entendido como sendo de extrema importância para garantir o sucesso do empreendimento (EMBRAPA, 2005).

Segundo Vieira et al. (2013), independentemente da dose de N, quando ocorre parcelamento da dose, sendo aplicado 50% em semeadura e 50% em cobertura aos 35 DAP, tem como resultado a altura máxima de planta. No trabalho foi realizado a adubação de plantio obtendo quantidade de N e testado aplicando o N com 100% da dose e 70% da dose em cobertura, sendo parcelados em duas vezes como o recomendado, no entanto, não apresentou diferença significativa entre altura de planta e altura da inserção da espiga.



As condições ambientais de cultivo de safrinha em sua maioria não são adequadas para o desenvolvimento do milho em relação ao cultivo de primavera-verão, logo, a época de semeadura é de suma importância, por afetar principalmente o ciclo da cultura e o rendimento de grãos (DURÃES et al., 1995). A semeadura pode começar em janeiro, com exceção de algumas regiões, cuja operação deve ser realizada em fevereiro em decorrência de temperaturas muito elevadas no primeiro mês do ano e/ou de veranicos frequentes nos meses de abril e/ou maio. Quanto mais ao sul do Brasil, maior o risco de perdas por geadas a partir do final de maio, principalmente nas regiões de maior altitude, em que o milho safrinha deve ser semeado primeiro (até a primeira quinzena de fevereiro) (EMBRAPA, 2005).

Por tanto, a associação dos seguintes fatores influenciou negativamente os resultados do presente estudo:

- Por ser oriundo do arenito da Formação do Caiuá, o solo da área experimental é de textura muito arenosa, entorno de 90% de areia, argila e matéria orgânica < 5%. Resultando em uma velocidade de infiltração da água muito alta e baixa capacidade de armazenamento. Em condições naturais, os teores de fósforo e micronutrientes são reduzidos. Outro ponto de destaque é que a cultura anterior na área experimental era a mandioca, uma cultura que deixa pouca cobertura vegetal (MO). Conforme o balanço hídrico da Usina Santa Terezinha no município de Terra Rica, podemos observar que após o plantio no dia 15/03/2020 até a colheita 08/08/2020 o volume de chuva médio foi de 454mm. Logo, nessas condições de solo, sob má distribuição e baixos índices pluviométricos, o cultivo do híbrido Status Viptera 3 encontrou condições limitantes do ponto de vista edafoclimático, uma vez que a cultivar além de ser altamente exigente em tecnologia de cultivo a cultura demandaria pelo menos 600 mm de chuva durante o seu ciclo;

- A baixa luminosidade influenciou negativamente o desenvolvimento da cultura, porém, por outro lado, as variações de temperaturas máximas de 27°C a 30°C durante o dia e mínimas de 18°C durante a noite, foram adequadas para a aquisição e transmissão dos agentes causais do complexo de enfezamento vermelho, ao qual é transmitido pela cigarrinha *Dalbulus maidis*, (cigarrinha-do-milho). Causando conseqüentemente os seguintes danos a cultura:

- o Secamento de folhas;



- o Multiespigamento;
- o Enchimento incompleto das espigas: grãos pequenos e/ ou chochos;
- o Encurtamento de internódios;

Assim sendo, todos esses fatores estão intimamente relacionados com a baixa produtividade obtida no experimento, no qual não houve diferenças estatísticas nos tratamentos, não demonstrando nenhum incremento com o uso associado de turfa e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Dados na literatura demonstram melhorias no rendimento com o uso de turfa, utilizando outros cultivares de milho. Incrementos na produtividade foram descritos por Mota e colaboradores (2017), com a utilização da turfa no cultivo do milho. Ainda considerando a média dos quatro ensaios realizados em Londrina e Ponta Grossa, o rendimento do milho foi 24% superior com o inoculo de *Azospirillum* (HUNGRIA et al., 2010).

Hungria e colaboradores (2010) ainda relatam aumento na produtividade mesmo com baixos teores de N associados. Esse aumento do rendimento acompanhou o aumento no nº de espigas e grãos.

CONCLUSÃO

O manejo do nitrogênio é uma peça fundamental para o avanço das produtividades, portanto, merece atenção especial. A escolha correta dos cultivares, assim como época de semeadura e condições climáticas devem ser consideradas ao realizar o cultivo do milho. Apesar de dados na literatura demonstrarem melhorias no rendimento do milho com o uso de turfa, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos no presente estudo, uma vez que fatores edafoclimáticos culminaram para a baixa produtividade. Logo, mais estudos devem ser realizados, para elucidar o uso correto da turfa associado ao *Azospirillum* como fonte viável e econômica para o cultivo milho de safra ou safrinha.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, N.O.; OLIVARES, F.L.; NOVOTNY, E.H.; DOBBSS, L.B., BALMOR, D.M.; SANTOS-JÚNIOR, L.G.; CHAGAS, J.G.; FAÇANHA, A.R.; CANELLAS, L.P. Bioactivity of humic acids isolated from vermicomposts at different maturation stages. *Plant and Soil*, v. 362, p.161-174, 2013.

BALDOTTO, M.A.; BALDOTTO, L.E.B. Ácidos húmicos. *Revista Ceres*, v.6, p.856-881, 2014.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. *Azospirillum* – plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). *Canadian Journal of Microbiology*, v.43, p.103-121, 1997.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G; DE-BASHAN, L.E. *Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). *Canadian Journal of Microbiology*, v.50, p.521-577, 2004.

CANAONLINE. Os benefícios da turfa para a cana-de-açúcar, 2015. Disponível em: <<http://www.canaonline.com.br/conteudo/os-beneficios-da-turfa-para-a-cana-de-acucar.html>>. Acesso em: 07 dez. de 2019.

CANELLAS, L. P.; MEDICI, L.; CAMPOSTRINI, E.; BALMORI, D.; MÉDICI, L.; AGUIAR, N.; FAÇANHA, A.; OLIVARES, F. A combination of humic substances and *Herbaspirillum seropedicae* inoculation enhances the growth of maize (*Zea mays* L.). *Plant and Soil*, v. 366, n. 1/2, p. 119-132, 2013.

COELHO, A. M. Manejo da adubação nitrogenada no milho. Grupo Cultivar, 2010. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/manejo-da-adubacao-nitrogenada-na-cultura-do-milho>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

CORREA, O.S.; ROMERO, A.M.; SORIA, M.A.; DE ESTRADA, M. *Azospirillum* brasilense-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE,



I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.87-95.

DAVISON, J. Plant beneficial bacteria. *Bio/Technology*, v.6, p.282-286, 1988.

DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I.; NERY, M. Ecological distribution of *Spirillum lipoferum* Beijerinck. *Canadian Journal of Microbiology*, v.22, p.1464–1473, 1976.

DOBBELAERE, S.; CROONRNBOGHES, 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. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.28, p.871-879, 2001.

DONG, L.; CÓRDOVA-KREYLOS, A.L.; YANG, J.; YUAN, H.; SCOW, K.M. Humic acids buffer the effects of urea on soil ammonia oxidizers and potential nitrification. *Soil Biology and Biochemistry*, v.41, p.1612-1621, 2009.

DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; GAMA, E.E.G.; OLIVEIRA, A.C. Caracterização fenotípica de linhagens de milho quanto ao rendimento e à eficiência fotossintética. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.3, p.355-361, 2005.

EMBRAPA. Adubação mineral/ Milho, 2005. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore>>. Acesso em: 22 nov. de 2019.

EMBRAPA. Mapa dos solos do Paraná, 2007. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/339505>>. Acesso em 19 jan de 2020.

EMPRAPA. Inoculação com *Azospirillum* brasileiro: inovação em rendimento a baixo custo, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29676/1/Inoculacao-com-azospirillum.pdf>>. Acesso em 22 fev. de 2020.



EMBRAPA. Bactérias aumentam produtividade do milho e reduzem adubos químicos. Embrapa busca e notícias, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-productividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos>>. Acesso em: 24 nov. 2019.

FILHO, J. R. R. C. E. D. F. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. Scielo, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v37n1/7545.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2019.

FRANCHI, J.G. Aplicação de turfa na recuperação de solos degradados pela mineração de areia, 2000. Disponível em: <<https://scholar.google.com>. Acesso em: 20 nov. de 2019.

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. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. *Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research 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).

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*, v.331, n. 1-2, p.413-425, 2010.

INTERNATIONAL PEAT SOCIETY-IPS. On peat and peatlands: a short introduction.1997. Disponível em : <<https://www.peatsociety.fi>>. Acesso em 13 dez. 2019.

IZUMI, K.; OKISHIO, Y.; NAGÃO, N. NIWA, C. YAMAMOTO, S.; TODA, T. Effects of particle size on anaerobic digestion of food waste. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 64, p. 601-608, 2010.

KLOPPER, J.W.; LIFSHITZ, R.; ZABLOTOWICZ, R.M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends in Biotechnology*. v.7, p.39-43, 1989.



KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. n.p. 1928. Disponível em <<https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>>. Acesso em 13 jan de 2020.

MOTA, F.F.A.; FERRAZ, Y.T.; MARIANO, D.C.; NETO, C.F.O.; OKUMURA, R.S. Associação de turfa e de nitrogênio em cobertura na produtividade do milho. *Enciclopédia Biosfera*, v.14, n.25, p. 2017.

MUMBACH, G. I. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. *Revista Scientia Agrária*, Curitiba, v. 18, p. 103, Junho 2017.

MURILO RENAN MOTA, L. S. D. E. S. W. G. C. M. B. E. L. D. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. *SciELO*, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v39n2/0100-0683-rbcs-39-2-0512.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

NAKAO, A.H.; DICKMANN, L.; SOUZA, M.F.P.; RODRIGUES, R.A.F.; TARSITANO, M.A.A. Análise econômica da produção de milho safrinha em função de fontes e doses de nitrogênio e inoculação foliar com *Azospirillum brasilense*. *Enciclopédia Biosfera*, v.10, n.18; p.278, 2014.

NASCIMENTO, C. A. C. et al. Ammonia volatilization from coated urea forms. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, p. 1057–1063, 2013.

OKUMURA, S.; YANO, R.T.; MARIANO, G.C.; ZACCHEO, D.C.; VICENTE, P.; HIDEAKI, W.T. Nutrição nitrogenada no milho fertilizado com ureia tratada com inibidor de uréase. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 1, p. 157-169, 2013.

OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S. Eficiência da fertilização nitrogenada com ureia (15N) em *Brachiaria brizantha* cv. marandu associada ao parcelamento de superfosfato simples e cloreto de potássio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 613-620, 2003.

PETRONI, S.L.G. Estudos de adsorção de zinco e cádmio em turfa. Potencialidade de utilização de um bioadsorvedor natural em sistemas de tratamento de efluentes. 1999. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.



SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; ARAÚJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 3, p. 253-257, 2012.

TERRA PRIMA. Matéria orgânica do solo. 2019. Disponível em: <<https://www.terraprima.pt>>. Acesso em: 22 nov. de 2019.

VIEIRA, M. E. E. C. B. M. D. S. C. H. D. S. Z. Doses e épocas de aplicação da adubação nitrogenada em quatro ciclos agrícolas de grãos sob sistema plantio direto na Amazônia. CNPTIA EMBRAPA, 2013. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/964405/1/ResumoCBCS20138.pdf>>. Acesso em: setembro de 2020.