

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE AGRONOMIA

PAULO ROBERTO RABELO

**INFLUÊNCIA DOS ÁCIDOS HÚMICOS/FÚLVICOS E
NITROGÊNIO SOB A QUANTIDADE DE CLOROFILA,
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E COMPONENTES DE
RENDIMENTO DE MILHO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS – PR

2018

PAULO ROBERTO RABELO

**INFLUÊNCIA DOS ÁCIDOS HÚMICOS/FÚLVICOS E
NITROGÊNIO SOB A QUANTIDADE DE CLOROFILA,
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E COMPONENTES DE
RENDIMENTO DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fernando Adami

DOIS VIZINHOS - PR

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

INFLUÊNCIA DOS ÁCIDOS HÚMICOS/FÚLVICOS E NITROGÊNIO SOB A QUANTIDADE DE CLOROFILA, CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E COMPONENTES DE RENDIMENTO DE MILHO

Por

PAULO ROBERTO RABELO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 29 de Junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Paulo Fernando Adami
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná - UTFPR-DV
(Orientador)

Eng. Agrônomo Vanderson Vieira
Batista
Membro titular

Roniel Giaretta
(Co-Orientador)

Prof^a. Dr^a. Angélica Signor Mendes
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná - UTFPR-DV
Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso

Prof. Dr. Laercio Ricardo Sartor
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná - UTFPR-DV
Membro titular

Prof. Dr. Lucas Domingues
Coordenador(a) do Curso
UTFPR – Dois Vizinhos UTFPR –
Dois Vizinhos

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. Também agradeço ao professor orientador, Paulo Fernando Adami, pelo suporte durante a condução deste trabalho e pelas suas correções e incentivos.

Agradeço também ao coorientador Roniel Giaretta pelo apoio e correções.

Agradeço também aos meus pais, pelo amor, incentivo, apoio e por ter dado condições de estar aqui.

Agradeço aos meus amigos Vanderosn Vieira Batista, Junior José Kubiak e Lucas Terres Kava pelo apoio moral e ajuda na condução do trabalho.

Agradeço a Universidade pelo apoio na implantação e condução do experimento.

Agradeço também a FortGreen pela disponibilidade dos materiais a serem avaliados.

E por fim agradeço a todos que direta ou indiretamente ajudaram na condução deste trabalho, o meu muito obrigado.

RESUMO

RABELO, Paulo Roberto. **Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob a quantidade de clorofila, características morfológicas e componentes de rendimento de milho.** 38 p. 2018. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2018.

Resumo: Existem alguns poucos estudos na literatura sob o uso de substâncias húmicas/fúlvicas no cultivo de milho, sendo que alguns comprovam o benefício na produtividade e outros são contrários a estes resultados. O objetivo do trabalho é avaliar o efeito de ácidos húmicos e fúlvicos (bioestimulante) associados ao nitrogênio, sob a quantidade de clorofila nas plantas milho bem como sobre os componentes de rendimento e produtividade da cultura. O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Dois Vizinhos, em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por diferentes formas de utilização do produto comercial do bioestimulante, associados ou não com nitrogênio sendo: Tratamento 1: utilização de $\frac{1}{2}$ dose ($0,75 \text{ L ha}^{-1}$) da recomendação técnica d bioestimulante em estágio de desenvolvimento V4 + $\frac{1}{2}$ dose ($0,75 \text{ L ha}^{-1}$) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha^{-1} de N; Tratamento 2: utilização da dose recomendada do bioestimulante ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) em estágio de desenvolvimento V4 + 170 kg ha^{-1} de N; Tratamento 3: utilização da dose recomendada do bioestimulante ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha^{-1} de N; Tratamento 4: utilização da dose recomendada do bioestimulante ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) em estágio de desenvolvimento V4; Tratamento 5: utilização de 170 kg ha^{-1} de N. Aplicou-se análise de variância e quando constado significância, aplicou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não foram observadas diferenças nos teores de clorofila do milho, exceto quando o milho se encontrava em R1, no qual o tratamento 5 apresentou valores superiores de clorofila B, em relação ao tratamento 1. Em R1, também foi observado que as plantas do tratamento 2 encontrava-se com altura superior as do tratamento 4, porém sem variação na área foliar. Os componentes morfológicos altura final de planta, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo das plantas de milho, não foram influenciados pelos tratamentos avaliados. O número de grãos por fileira, número de fileira por espigas e número de grãos por espiga foram estatisticamente iguais para os tratamentos estudados. Observou-se diferenças para a variável massa de 100 grãos, a qual apresentou menores valores quando utilizado a dose recomendada do bioestimulante em estágio de desenvolvimento V4 (tratamento 4), sem utilização de adubação nitrogenada. A produtividade da cultura do milho foi semelhante entre os tratamentos avaliados, compostos por substâncias húmicas/fúlvicas, associados ou não a utilização de nitrogênio. Nas condições de realização do estudo, a utilização do bioestimulante supre a demanda de nitrogênio para o cultivo de milho, contribuindo para que a planta apresente quantidades de clorofila e produtividade semelhantes .

Palavras-chave: *Zea mays*; produtividade.

ABSTRACT

RABELO, Paulo Roberto. **Influence of humic / fungic acids and nitrogen under the amount of chlorophyll, morphological characteristics and yield components of maize**. 38 p. 2018. Completion of course work - Agronomy course, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2018.

Abstract: There are a few studies in the literature on the use of humic / fulvic substances in maize cultivation, some of which prove the benefit in productivity and others are contrary to these results. The objective of this work is to evaluate the effect of humic and fulvic acids associated to nitrogen under the amount of chlorophyll in corn plants as well as on yield and yield components of the crop. The study was conducted at the Experimental Farm of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Dois Vizinhos, in a randomized block design, with five treatments and four replications. The treatments were constituted by different forms of use of the commercial biostimulant product, associated or not with nitrogen: Treatment 1: use of $\frac{1}{2}$ dose (0.75 L ha^{-1}) of the technical recommendation of biostimulant at the developmental stage V4 + $\frac{1}{2}$ dose (0.75 L ha^{-1}) at the V8 development stage + $170 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$; Treatment 2: use of the recommended dose of biostimulant (1.5 L ha^{-1}) at stage V4 + 170 kg ha^{-1} of N; Treatment 3: use of the recommended dose of biostimulant (1.5 L ha^{-1}) at the V8 development stage + $170 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$; Treatment 4: use of the recommended dose of biostimulant (1.5 L ha^{-1}) at the V4 development stage; Treatment 5: use of 170 kg ha^{-1} of N. An analysis of variance was applied and when significance was found, Tukey's test was applied at a 5% probability. No differences were observed in corn chlorophyll content, except when maize was in R1, in which treatment 5 showed higher values of chlorophyll B, compared to treatment 1. In R1, it was also observed that the plants of treatment 2 was higher than that of treatment 4, but without variation in leaf area. The final plant height, stem insertion height and stem diameter of maize plants were not influenced by the evaluated treatments. The number of grains per row, number of rows per ear and number of grains per ear were statistically the same for the treatments studied. It was observed differences for the mass variable of 100 grains, which presented lower values when using the recommended dose of biostimulant at stage of development V4 (treatment 4), without using nitrogen fertilization. Maize crop productivity was similar among evaluated treatments, composed of humic/fulvic substances, associated or not with nitrogen utilization. Under the conditions of the study, the use of the biostimulant supplies the nutrient demand for maize cultivation, contributing to the plant presenting similar amounts of chlorophyll and productivity.

Keywords: *Zea mays*; productivity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C) e precipitação (mm) registradas pela estação do INMET de Dois Vizinhos – PR, durante o período de condução do estudo. Fonte: GEBIOMET (2018).....19
- Figura 2.** Área experimental com as unidades experimentais demarcadas (A). Aplicação do bioestimulante a base de ácidos húmicos/fúlvicos (B). **Fonte:** Paulo Roberto Rabelo (Autor).21
- Figura 3.** Mensuração dos valores de altura de plantas e clorofila (A), comprimento da folha (B) e largura da folha (C). **Fonte:** Paulo Roberto Rabelo (Autor).22

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resumo análise química do solo, (0 a 10 e 10 a 20 cm), Dois Vizinhos - PR, maio (2018).21
- Tabela 2.** Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob a quantidade clorofila e altura de planta na cultura de milho em estágio de desenvolvimento V6 (28/09/2016), e área foliar em estágio V7 (05/10/2016). Dois Vizinhos – PR (2018).24
- Tabela 3.** Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob a quantidade clorofila e altura de planta na cultura de milho em estágio de desenvolvimento V11 (14/10/2016), e área foliar em estágio V12 (21/10/2016). Dois Vizinhos – PR (2018).25
- Tabela 4.** Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob a quantidade clorofila e altura de planta na cultura de milho em estágio de desenvolvimento e área foliar em estágio R1 (14/11/2016). Dois Vizinhos – PR (2018).26
- Tabela 5.** Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob o diâmetro do colmo, altura de inserção de espiga e altura final de planta na cultura do milho. Dois Vizinhos – PR (2018).28
- Tabela 6.** Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob o número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de milho. Dois Vizinhos – PR (2018).28

ANEXOS

Anexo 1. Análise de solo profundidade 0 – 10 cm	37
Anexo 2. Análise de solo profundidade 10 – 20 cm	38

ABREVIATURAS

ABIMILHO	Associação Brasileira das Indústrias de milho;
CF	Comprimento da folha;
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento;
DV	Dois Vizinhos;
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;
GEBIOMET	Grupo de Estudos em Biometeorologia;
IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná;
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia;
K	Potássio;
KCI	Cloreto de potássio;
LF	Largura da folha;
N	Nitrogênio;
P	Fosforo;
PR	Paraná;
R1	Estádio reprodutivo 1 da cultura do milho;
UA	Unidade amostral;
USDA	United States Department of Agriculture;
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná;
V4	Estádio vegetativo 4 da cultura do milho;
V8	Estádio vegetativo 8 da cultura do milho;
V9	Estádio vegetativo 9 da cultura do milho;
V11	Estádio vegetativo 11 da cultura do milho;
V12	Estádio vegetativo 12 da cultura do milho;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. OBJETIVO GERAL	14
2.2. OBJETIVO ESPECIFICO	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1. CULTURA DO MILHO.....	15
3.2. NITROGÊNIO.....	16
3.3. ÁCIDOS HÚMICOS/FÚLVICOS	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
6. CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS.....	37

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é a segunda maior *commoditie* negociada no mercado mundial, perdendo apenas para a soja. Também, é o cereal mais produzido e consumido planeta, sendo o Brasil um dos países em destaque na produção deste cereal (CONAB, 2018). O Estados Unidos e China são os países que apresentam as maiores produções de milho, e ao Brasil, com produção de mais de 97,00 milhões de toneladas na safra 2016/2017, cabe a terceira colocação no ranking dos países com maior produção de milho, representando 9,07% do total de milho produzido no planeta (USDA, 2017).

É considerada uma cultura agrícola muito antiga e importante para o mundo, pois é um produto estratégico para a segurança alimentar mundial, pois é utilizado na alimentação humana e animal (ALVES et. al, 2011). Paes, 2006 destaca que o setor animal consome cerca de 70% do milho produzido mundialmente e que o restante é utilizado pela indústria, como matéria prima na produção alimento e diversos materiais.

Na alimentação humana, o milho é fonte energética e é utilizado na fabricação de diversos componentes alimentícios como farinha de milho, canjica, fubá e polenta (ABIMILHO, 2006). Também é utilizado pela indústria para a fabricação de cosméticos, xaropes, produtos de limpeza, tintas, fogos de artifício, plástico, tecidos, etc. (ABIMILHO, 2006). Já na alimentação animal, o milho é o principal componente da dieta animal de bovinos, suínos e aves (ABIMILHO, 2006), sendo também, a principal planta utilizada no processo de ensilagem de planta inteira ou somente do grão úmido (CASTOLDI et. al., 2011), ou ainda na forma moída, quirela.

Este contexto mostra a importância que o milho representa para humanidade. Pinotti, (2013) descreve que o milho possui elevado potencial produtivo e alto valor nutritivo, por isso apresenta grande importância social e econômica para a sociedade.

Galvão et al. (2014) destaca em seus estudos haver uma evolução do sistema produtivo de milho, sendo que a cultivo do cereal passou por uma transição de agricultura de pequena escala e retrógrada, para uma agricultura de

grande escala e moderna, nos últimos em 70 anos, mas que os produtores encontram-se, com grande dependência de insumos externos, como sementes e fertilizantes.

Sabe-se, que por se tratar de uma gramínea, que o milho é altamente responsivo a adição de insumos, principalmente a nitrogênio, sendo a produtividade de grãos, diretamente dependente da eficiência deste nutriente (MARTIN et al., 2011). Vários estudos destacam a importância que o nitrogênio representa para cultura do milho, sendo que o nutriente está diretamente ligado ao crescimento, desenvolvimento e ao aumento da produção de grãos (MARTIN et al., 2011; FRANCO et al., 2013; STRIEDER, 2006).

Lima et al., (2001) destacam que o N é fundamental para a síntese da clorofila envolvida na fotossíntese da planta, ou seja, o N está diretamente associado a eficiência da planta em utilizar a energia solar para as suas funções essenciais como crescimento e desenvolvimento, sendo assim, sua falta pode resultar em menor acúmulo de biomassa e conseqüente menor potencial produtivo de uma lavoura. Já Malavolta (2006), destaca que o N possui grande importância e relevância para a adubação do milho, pois desempenha o papel importante nos componentes dos aminoácidos, os quais são constituintes das proteínas, formadores de clorofila e enzimas necessárias para o crescimento e desenvolvimento da planta.

Assim como N, outros nutrientes são fundamentais para que se tenha sucesso no cultivo de milho. Os ácidos húmicos e fúlvicos podem ser utilizados como insumos alternativos em diversas culturas, pois suas propriedades químicas, microbiológicas e físicas podem resultar em incremento de produtividade em decorrência dos benefícios que os ácidos promovem para a estrutura física e química do solo e para o metabolismo da planta (CARON et al., 2015). Os pesquisadores estacam que os ácidos húmicos e fúlvicos, somados ao sistema tradicional de cultivo devem ser estudados, pois podem apresentar influência sob o potencial das culturas.

Estudos mostram o efeito positivo dos ácidos húmicos e fúlvicos no desenvolvimento de mudas de tomate (BERNARDES et al., 2011), na promoção do crescimento das mudas de abacaxizeiro propagadas *in vitro* (BALDOTTO et al., 2009), e em milho Zandonadi et al., (2007) observaram que os ácidos húmicos

promovem indução de raízes laterais. Porém, poucos estudos são encontrados na literatura sob o efeito destes ácidos na produtividade de grãos de milho.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da utilização de um bioestimulante a base ácidos húmicos/fulvicos em associação com nitrogênio e de forma isolada no desenvolvimento, componentes de rendimento e produtividade final do milho.

2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

1 – Verificar o efeito que os tratamentos apresentam sob o desenvolvimento das plantas de milho e a sua área foliar e a quantidade de clorofila.

2 – Determinar se os tratamentos avaliados apresentam efeito sob a arquitetura de planta (altura final de planta, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo).

3 – Verificar o efeito dos tratamentos sobre componentes de rendimento do milho: número de grãos por fileira, número de fileira por espiga, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CULTURA DO MILHO

Devido a elevada produtividade e a grande importância para o agronegócio brasileiro, o milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas de verão, sendo utilizado nas mais diversas formas de processamento e estando diretamente ligado as cadeias produtivas da pecuária, aves e suínos. O Brasil encontra-se como terceiro maior produtor mundial de milho (*Zea mays*), atrás apenas dos Estados Unidos e China. Na safra 2016/17, o país atingiu uma marca histórica na produção de milho, com produção 97,00 milhões de toneladas, ou seja, produziu 9,07% do total de milho produzido mundialmente (USDA, 2017).

O milho é utilizado para diversas finalidades, estima-se que os animais consomem cerca de 70% do milho produzido mundialmente, sendo o restante utilizado pelas indústrias, na produção de materiais diversos e alimentos (PAES, 2006).

A cultura do milho é semeada em duas épocas no Brasil, sendo denominadas de safra verão cultivada durante o período de primavera/verão, e safrinha, cultivada no período de outono/inverno. Somando-se o período safra e o período safrinha 2016/2017, foram semeados no Brasil 17,5 milhões de hectares com milho, no qual a produção total constatada foi de 97,8 milhões de toneladas de grãos, sendo a safrinha responsável por 68,8%, cerca de 67,3 milhões de toneladas do milho produzido no país (CONAB, 2018).

Dentre as práticas de manejo que se destacam no cultivo de milho, tanto no período safra quanto no período de safrinha, estão a utilização do sistema de plantio direto (SPD) e níveis de investimentos, com densidade de plantas adequadas e realização de adubação nitrogenada em cobertura.

Segundo Simione et al. (2017), variações de manejo em SPD apresentam efeitos significativos sobre o custo operacional total de produção e a resposta à fertilização. Quanto maior o nível tecnológico empregado, maior o rendimento de grãos da cultura do milho (LUJAN et al., 2015), e Souza et al. (2016) destaca que

a adubação nitrogenada em cobertura na forma de ureia proporciona maior lucratividade no cultivo do milho em SPD.

3.2. NITROGÊNIO

Por se tratar de uma gramínea, a cultura do milho é muito exigente em fertilizantes, principalmente o nitrogênio (N), sendo a produtividade de grãos, diretamente dependente da eficiência deste nutriente (MARTIN et al., 2011). Franco et al., (2013) destacam que o N é um dos nutrientes requerido em maior quantidade pela cultura milho, o qual está diretamente relacionado ao crescimento e desenvolvimento da planta, além de elevar os índices produtivos de grãos.

Strieder (2006), observou em seus estudos que o milho responde progressivamente a taxas de adubação de N, sendo que o nível de adubação nitrogenada e a época da adubação aplicada em cobertura, variam de acordo com o sistema de manejo da cultura.

Franco et al., (2013) destacam que plantas bem nutridas de nitrogênio possuem grande capacidade em assimilar CO₂ e sintetizar os carboidratos do processo de fotossíntese, elevando conseqüentemente os componentes de rendimento da cultura. Segundo Lima et al., (2001), o N é necessário para a síntese da clorofila envolvida na fotossíntese da planta, ou seja, o N está diretamente associado a eficiência da planta em utilizar a energia solar para as suas funções essenciais como crescimento e desenvolvimento, sendo assim, sua falta pode resultar em menor acúmulo de biomassa e conseqüente menor potencial produtivo de uma lavoura.

Também Malavolta (2006) destaca que o N possui grande importância e relevância para a adubação do milho, pois desempenha o papel importante nos componentes dos aminoácidos, os quais são constituintes das proteínas, formadores de clorofila e enzimas necessárias para o crescimento e desenvolvimento da planta.

Neste contexto, observa-se que o N é um elemento fundamental na planta de milho, pois o nutriente pode apresentar influência sob a quantidade de clorofila na planta contribuindo de forma direta no processo de fotossíntese, colaborando

no crescimento (Lima et al., 2001), desenvolvimento e elevação dos índices de rendimento da cultura de milho (Franco et al., 2013), tendo efeito no sucesso do cultivo agrícola deste cereal.

3.3. ÁCIDOS HÚMICOS/FÚLVICOS

Os ácidos húmicos e fúlvicos, são naturalmente liberados pela decomposição da matéria orgânica e apresentam potencial para estimular alterações fisiológicas nas plantas, sendo que estas alterações contribuem para melhorar o desenvolvimento, podendo resultar em ganhos de produtividade nas culturas (CARON et al., 2015).

Estudos mostram efeito positivo dos ácidos húmicos e fúlvicos sobre diversas espécies, como por exemplo no desenvolvimento de mudas de tomate (BERNARDES et al., 2011), na promoção do crescimento das mudas de abacaxizeiro propagadas *in vitro* (BALDOTTO et al., 2009).

Porém, poucos estudos são encontrados na literatura sob o efeito destes ácidos na produtividade de grãos de milho. Caron et al. (2015) destacam que existem alguns poucos estudos que apontam benefícios na produtividade, considerando o uso de substâncias húmicas no cultivo de soja e milho, assim como, outros poucos que são contrários a estes resultados.

Em milho, Canellas et al. (2008) verificaram em suas pesquisas que plântulas de milho, cultivadas em soluções contendo ácidos húmicos e ácido cítrico modificam o perfil de exsudação e que ocorre incremento nas características de crescimento de raízes. Já Zandonadi et al., (2007) observaram que os ácidos húmicos promovem indução de raízes laterais no milho.

Já Tahir et al. (2011) avaliaram em dois tipos de solos, diferentes concentrações de ácidos húmicos sob plantas de trigo e constataram efeito significativas entre os níveis de ácidos avaliados para a para o crescimento do trigo (altura da planta e peso da parte aérea) e sob a absorção de nitrogênio pela planta, sendo a dose de 60 mg kg⁻¹ de solo mais eficiente em relação a utilização de 90 mg kg⁻¹ de solo.

Baldotto & Baldotto (2014) relatam que é sabido que os ácidos húmicos atuam no enraizamento de diversas plantas de interesse agrônomo, sendo atribuído estes efeitos a bioestimulantes, que são similar aos do hormônio vegetal da classe das auxinas, os quais podem promover o crescimento vegetal, mesmo que estejam em concentrações relativamente pequenas.

As substâncias húmicas alteram o desenvolvimento das plantas (BALDOTTO & BALDOTTO, 2014); (TAHIR et al., 2011); (ZANDONADI et al., 2007)). Rocha & Rosa, (2003) destacam que as substâncias interferem indiretamente no metabolismo vegetal das plantas, devido a efeitos ocasionados no solo, como por exemplo aumento da capacidade de troca catiônica, favorecendo o fornecimento de nutrientes para a planta.

Já Nannipieri et al. (1983) destacam que as substâncias húmicas apresentam capacidade de interferir diretamente no metabolismo da planta, influenciam o transporte de íons, a atividade respiratória, quantidade de clorofila e a atividade de enzimas e ácidos nucleicos.

Para Baldotto & Baldotto (2014) esses efeitos das substâncias húmicas, despertam o interesse de produtores rurais e de empresas de biofertilizantes para utilização destas substâncias em sistemas de produção agrícolas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Dois Vizinhos (UTFPR - DV), localizada na região Sudoeste do Estado do Paraná, com latitude 25°42'S, longitude 53°08'W e altitude média de 560 metros.

O clima da região é classificado como Cfa, com verões quentes, temperaturas superiores a 22°C e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco (ALVARES et al., 2013) e com Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006), com relevo plano. A média histórica de precipitação da região, é de aproximadamente 2.000 mm ano, os quais são distribuídos ao longo do ano (IAPAR, 2018), sendo os valores de precipitação (mm) e temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C), registradas durante a condução do estudo, representadas na Figura 1.

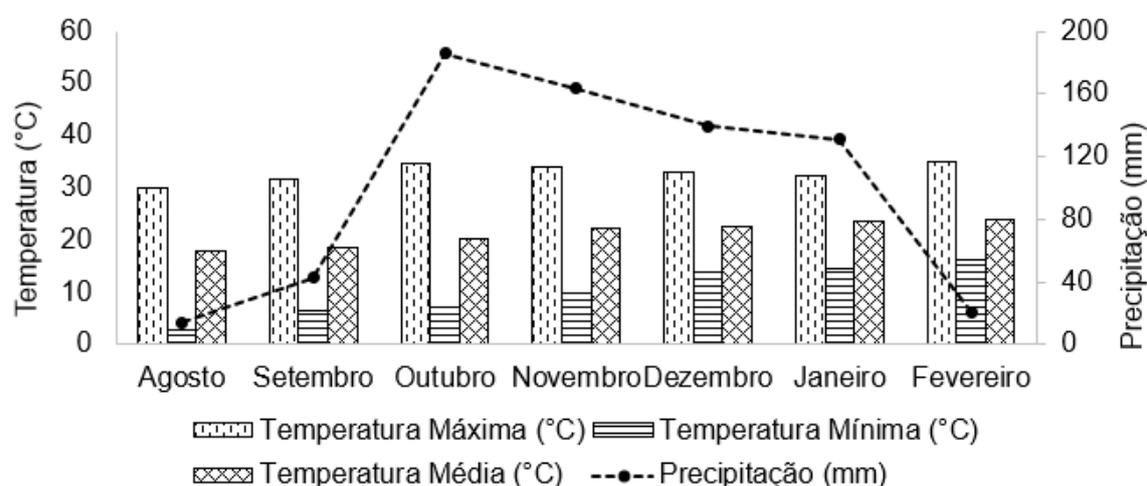


Figura 1. Temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C) e precipitação (mm) registradas pela estação do INMET de Dois Vizinhos – PR, durante o período de condução do estudo. Fonte: GEBIOMET (2018).

O estudo foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, quatro repetições, originando 20 unidades amostrais (UA). Os tratamentos foram constituídos por diferentes formas de utilização de um produto

comercial (bioestimulante), a base de ácidos húmicos/fulvicos, associados ou não com nitrogênio. Os tratamentos avaliados foram: Tratamento 1: utilização de $\frac{1}{2}$ dose ($0,75 \text{ L ha}^{-1}$) de bioestimulante em estágio de desenvolvimento V4 + $\frac{1}{2}$ dose ($0,75 \text{ L ha}^{-1}$) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha^{-1} de N; Tratamento 2: utilização da dose recomendada do bioestimulante ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) em estágio de desenvolvimento V4 + 170 kg ha^{-1} de N; Tratamento 3: utilização da dose recomendada do bioestimulante ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha^{-1} de N; Tratamento 4: utilização da dose recomendada do bioestimulante ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) em estágio de desenvolvimento V4; Tratamento 5: utilização de 170 kg ha^{-1} de N.

Cada unidade amostral (UA) era composta 36 m^2 , sendo 10 metros de comprimento, com 3,6 metros de largura, abrangendo 8 linhas de cultivo de milho cultivado com espaçamento de 45 cm entre linhas.

Para a realização do experimento, o preparo da área iniciou-se 30 dias antes da semeadura do milho, com dessecação da *Avena strigosa* cultivada na área durante o período de inverno. A dessecação foi realizada utilizando herbicida químico Glifosato, utilizando $1,5 \text{ L ha}^{-1}$.

O estudo foi conduzido com a utilização do híbrido de milho 30F53HY, o qual foi semeado em 7 de setembro de 2016, em sistema de plantio direto, com densidade 80.000 sementes ha^{-1} e espaçamento de 45 cm entre linhas de cultivo. A adubação de base, no sulco de semeadura foi realizado com adubo químico com formulação 16-34-00 (N-P₂O₅-K₂O) e 150 kg ha^{-1} de KCl, fornecidos a lanço.

Durante o desenvolvimento da cultura, foi realizado controle de ervas daninhas com atrazina (6 L ha^{-1}) no estágio vegetativo V4. Não foi constatado danos as plantas de milho quanto ao ataque de insetos e problemas de doenças fúngicas, não havendo necessidade de aplicação de fungicida e inseticida. Em VT, foi aplicado 0,4 litros de Abacus a fim de manejar eventuais doenças que viessem a ocorrer.

A aplicação do bioestimulante e da atrazina, foi realizado com um compressor de CO₂, sendo acoplado a uma barra com 4 bicos, melhorando a eficiência e distribuição dos produtos (Figura 2 B). A fonte de nitrogênio (N) utilizada foi ureia (45% N), sendo aplicada 170 kg ha^{-1} de N, de forma manual, a lanço e em cobertura, quando as plantas de milho estavam com quatro folhas totalmente desenvolvidas (estádio vegetativo V4).



Figura 2. Área experimental com as unidades experimentais demarcadas (A). Aplicação do bioestimulante a base de ácidos húmicos/fúlvicos (B). **Fonte:** Paulo Roberto Rabelo (Autor).

Durante a condução do estudo, quando o milho encontrava-se em V2, foi realizado coleta de solo nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20, as quais foram encaminhada a laboratório para análise, sendo o resumo da análise apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo análise química do solo, (0 a 10 e 10 a 20 cm), Dois Vizinhos - PR, maio (2018).

	MO	K	Ca	Mg	Al ³⁺	P	Cu	Fe	Zn	pH	V
	g/dm ³	-----	cmol _c /dm ³	-----	-----	-----	mg/dm ³	-----	-----	CaCl ₂	(%)
0 - 10	41,55	0,30	4,40	1,60	0,00	8,90	0,00	0,00	0,00	5,10	59,55
10 - 20	32,17	0,13	2,40	1,20	0,35	1,02	0,00	0,00	0,00	4,40	41,08

A coleta de dados foi realizada utilizando as plantas situadas nos cinco metros centrais, das quatro linhas centrais de cada UA (Figura 2 A).

O desenvolvimento das plantas e quantidade de clorofila A, clorofila B e clorofila total, foram mensurados em três estádios de desenvolvimentos diferentes: V6 (28/09/2016), V11 (14/10/2016) e R1 (12/11/2016). Os teores de clorofila A e B foram mensurados em cinco plantas por UA, com auxílio de um DATALOG (Figura 3 A), sendo a análise realizada no meio da última folha totalmente expandida. Calculou-se a média aritmética entre os valores encontrados, sendo este valor utilizado para a análise de dados. Também, somando-se os valores de clorofila A e clorofila B, encontrados em cada UA, foi estabelecido os teores de clorofila total nos respectivos tratamentos. O desenvolvimento da cultura do milho foi observado em cinco plantas por UA,

mensurando a altura de plantas (cm). Tal valores foram obtidos com o auxílio de uma fita métrica, considerando o valor observado entre o nível do solo ao pondo da altura aonde a lâmina foliar da última folha totalmente expandida se dobrava.



Figura 3. Mensuração dos valores de altura de plantas e clorofila (A), comprimento da folha (B) e largura da folha (C). **Fonte:** Paulo Roberto Rabelo (Autor).

Além da altura de planta, também foi avaliada a área foliar (cm^2) avaliando 3 plantas por UA. Foi utilizado com uma régua, aonde media-se o comprimento (CF) do limbo foliar de todas as folhas (Figura 3 C) e também a largura (Figura 3 B) da folha (LF) no seu centro. Os valores eram tabulados, calculado a área foliar de cada folha, com correção para coeficiente que era 0,7 (área foliar = $\text{CF} \cdot \text{LF} \cdot 0,7$), somou-se os valores observado em cada planta e realizou-se cálculo de média aritmética entre plantas de cada UA. A área foliar foi verificada nos estádios vegetativos V6 (05/10/2016) e V12 (21/10/2016) e estágio reprodutivo R1 (14/11/2016), sendo utilizado para a análise de dados, o valor médio encontrado em cada UA.

Quando os grãos de milho estavam com umidade em torno de 20 a 22% (05/02/2016), ponto em que o produtor colhe as lavouras de milho safra na região, realizou-se as avaliações finais referentes as características morfológicas e componentes de rendimento.

Quanto as características morfológicas, foram avaliadas altura final de planta (cm), altura de inserção da espiga (cm) e diâmetro do colmo (cm), em cinco plantas por UA. Ambos valores foram obtidos com o auxílio de uma fita métrica, considerando a distância entre o nível do solo e o entrenó de inserção da espiga principal como a altura de inserção de espiga e a distância entre o solo e a base do pendão como altura final de planta. O diâmetro do colmo foi obtido entre o primeiro e segundo entre nó visível acima do solo, circulando o colmo com a fita métrica, sendo o valor obtido dividido por 3,14 (π). Realizou-se o cálculo de média aritmética entre os valores obtidos nas 10 plantas de cada UA, sendo este dado utilizado para a análise de dados.

Os componentes de rendimento avaliados foram número de grãos por fileira, número de fileira por espiga, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos (g) e produtividade (kg ha^{-1}).

Dez espigas por UA foram coletadas contando a quantidade de fileiras por espiga e o número de grãos em uma das fileiras. Foi calculado a média aritmética entre as espigas de cada UA, valor este utilizado na análise estatística. Multiplicando os valores de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, nas respectivas UAs, obteve-se os valores de número de grãos por espiga.

A produtividade foi obtida coletando as espigas situadas nos seis metros centrais, das duas linhas centrais de cada UA e foram debulhadas com o auxílio de um batedor de cereais, acoplado em um trator. Foram retiradas impurezas e a amostra de grãos obtida foi pesada em balança de precisão (1g), mensurada a umidade de grãos em determinador universal de umidade, calculada a produção na UA com umidade em 13% e extrapolada para hectare (kg ha^{-1}).

A massa de 100 grãos foi obtida pela amostragem de cem grãos de milho em casa em cada UA, pesagem e correção de umidade para 13%, por quatro vezes, considerando o valor médio obtido entre as quatro repetições para a análise estatística.

Aplicou-se análise de variância (teste F) e quando constatado significância, aplicou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do software Assistat 7.7beta (SILVA & AZEVEDO, 2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se na Tabela 2 não haver diferenças entre os tratamentos avaliados para os valores de clorofila A, B e total, bem como para a altura de planta e sua área foliar, no início de desenvolvimento da cultura.

Tabela 2. Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob a quantidade de clorofila e altura de planta na cultura de milho em estágio de desenvolvimento V6 (28/09/2016), e área foliar em estágio V7 (05/10/2016). Dois Vizinhos – PR (2018).

Tratamentos Variáveis	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila total	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm ²)
Tratamento 1	47,17 ^{NS}	10,76 ^{NS}	57,93 ^{NS}	28,50 ^{NS}	819,21 ^{NS}
Tratamento 2	47,05	11,37	58,42	29,00	914,02
Tratamento 3	46,10	11,34	57,44	29,15	964,46
Tratamento 4	44,73	11,11	55,84	29,97	931,46
Tratamento 5	44,83	10,09	54,72	28,70	922,98
Média	45,97	10,93	56,87	29,06	910,42
dms	5,63	2,35	6,76	2,31	179,61
CV (%)	5,43	9,56	5,27	3,52	8,75

^{NS}: Não significativo. Tratamento 1: ½ dose (0,75 L ha⁻¹) da recomendação técnica do bioestimulante em estágio de desenvolvimento V4 + ½ dose (0,75 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 2: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 3: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 4: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4; Tratamento 5: 170 kg ha⁻¹ de N (V4).

Quanto a clorofila, foi relatado valores médios de 45,97 (clorofila A), 10,93 (clorofila B) e 56,87 para clorofila total (Tabela 2). Também, nesta primeira avaliação, as plantas de milho apresentaram desenvolvimento semelhantes em altura, com média geral de 29 cm, e área foliar, com média de 910 cm² (Tabela 1).

Segundo Ertani et al., (2011) substâncias húmicas derivadas da decomposição da lignina estimularam o aumento do conteúdo de clorofila. Porém não é constatado diferença nos tratamentos avaliados. Já Caron et al. (2015) destacam que o aumento do teor de clorofila confere à planta maior capacidade de absorção luminosa, o que estimula a atividade fotossintética.

Assim como no primeiro período de avaliação, na segunda época (V12), também não foi observado diferenças estatísticas entre os tratamentos, sendo

constado valores médios de 49,80 para clorofila A, 11,00 para clorofila B, 60,81 clorofila total, com altura de planta de 62,78 cm as quais apresentavam uma área foliar média de 3.316 cm² (Tabela 3).

Tabela 3. Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob a quantidade clorofila e altura de planta na cultura de milho em estágio de desenvolvimento V11 (14/10/2016), e área foliar em estágio V12 (21/10/2016). Dois Vizinhos – PR (2018).

Tratamentos Variáveis	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila total	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm ²)
Tratamento 1	51,18 ^{NS}	11,15 ^{NS}	62,33 ^{NS}	62,95 ^{NS}	3.227,66 ^{NS}
Tratamento 2	50,29	10,91	61,21	62,70	3.521,00
Tratamento 3	49,52	10,92	60,44	62,35	3.354,92
Tratamento 4	48,47	11,02	59,50	63,15	3.066,50
Tratamento 5	49,54	11,01	60,56	62,75	3.414,43
Média	49,80	11,00	60,81	62,78	3.316,90
dms	3,38	1,44	4,05	6,65	483,34
CV (%)	3,02	5,83	2,96	4,70	6,46

^{NS}: Não significativo. Tratamento 1: ½ dose (0,75 L ha⁻¹) da recomendação técnica do bioestimulante em estágio de desenvolvimento V4 + ½ dose (0,75 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 2: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 3: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 4: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4; Tratamento 5: 170 kg ha⁻¹ de N (V4).

Já na terceira época de avaliação (R1 – 14/11/2016) foi constatado que diferenças entre os tratamentos avaliados para os teores de clorofila B e altura de planta (Tabela 3). Observa-se na Tabela 4, que o tratamento 5 (170 kg ha⁻¹ de N em V4) apresentou valor superior de clorofila B (16,98) em relação ao tratamento 1 (½ dose V4 + ½ dose em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4)), no qual é constado teores de clorofila B de apenas 11,77 (Tabela 4). Porém, os valores de clorofila A e clorofila total não apresentaram diferenciação estatísticas e apresentaram valores médios de 65,25 e 78,79 respectivamente (Tabela 4).

As moléculas de clorofila exercem importantes funções nas plantas e estão relacionadas com a quantidade de nitrogênio presente na planta, sendo este um elemento muito exigido pela planta de milho (JORDÃO et al., 2010).

Apesar de ser observado diferenças para a quantidade de clorofila B nas plantas de milho, esta diferença não foi suficiente para interferir na quantidade

total de clorofila, pois a clorofila B, representa uma pequena fração da clorofila total, a qual é constituída em sua maioria de clorofila A.

Tabela 4. Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob a quantidade clorofila e altura de planta na cultura de milho em estágio de desenvolvimento e área foliar em estágio R1 (14/11/2016). Dois Vizinhos – PR (2018).

Tratamentos Variáveis	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila total	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm ²)
Tratamento 1	64,00 ^{NS}	11,77 b	75,78 ^{NS}	217,35 ab	6.579,99 ^{NS}
Tratamento 2	62,38	12,65 ab	75,03	221,75 a	6.654,05
Tratamento 3	66,29	12,69 ab	78,98	217,20 ab	6.694,60
Tratamento 4	65,99	12,87 ab	78,86	216,85 b	6.883,80
Tratamento 5	67,57	16,98 a	85,31	217,75 ab	6.678,02
Média	65,25	13,39	78,79	218,18	6.698,09
dms	10,30	4,90	11,22	4,68	852,45
CV (%)	7,01	16,25	6,32	0,95	5,64

^{NS}: Não significativo. Média seguidas com letras diferentes na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Tratamento 1: ½ dose (0,75 L ha⁻¹) da recomendação técnica do bioestimulante em estágio de desenvolvimento V4 + ½ dose (0,75 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 2: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 3: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 4: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4; Tratamento 5: 170 kg ha⁻¹ de N (V4).

Com a não diferenciação estatística para as variáveis de clorofila (Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4), supõem-se que as plantas de milho estavam bem nutridas em nitrogênio, mesmo no tratamento 4 o qual não recebeu nitrogênio em forma de ureia em cobertura, evidenciando efeito positivo do bioestimulante.

Quanto à altura da planta de milho em R1, observa-se que o tratamento 2, com valor de 221,75 cm, diferiu estatisticamente do tratamento 4, o qual exibiu altura de planta de 216,85 cm (Tabela 4). Entre os demais tratamentos não é observado diferenciação estatística (Tabela 4). Apesar de diferido estatisticamente, a diferença foi de apenas 5 cm de diferença, valor baixo pensando em desenvolvimento de milho.

Apesar dos tratamentos apresentarem plantas com distinto desenvolvimento (altura), não foi relatado diferenças de área foliar entre os tratamentos, os quais apresentaram área foliar média de 6.698,09 cm² (Tabela 4), evidenciando novamente o efeito positivo do bioestimulante sob o desenvolvimento das plantas de milho.

Como constatado nas Tabelas 2, 3 e 4, as variáveis em sua maioria, apresentaram valores semelhantes para os tratamentos analisados, evidenciando que o bioestimulante equipara a utilização de nitrogênio, porém não apresenta efeito de superioridade quando estes aplicados em conjunto. Estudos realizados por Zandonadi et al., (2007) demonstraram que os ácidos húmicos e fúlvicos podem resultar em crescimento no sistema radicular, além de proporcionar incremento na biomassa da parte aérea.

Segundo Baldotto & Baldotto (2014) é sabido que os ácidos húmicos estimulam o enraizamento das plantas, pois o efeito é similar aos do hormônio vegetais da classe das auxinas, os quais podem promover o crescimento vegetal, mesmo quando fornecidos em pequenas concentrações. Para Nannipieri et al. (1983), as substâncias húmicas apresentam capacidade de interferir no metabolismo da planta, influenciar o transporte de íons, respiração das raízes, quantidade de clorofila e ação sob as atividades de enzimas e ácidos nucleicos.

Sabendo dos diversos efeitos que os ácidos húmicos/fúlvicos podem apresentar sob o metabolismo e desenvolvimento das plantas, observando o alto nível de investimento em adubação de base na semeadura, e compreendendo que o solo da área experimental apresentava boa fertilidade, com valores de matéria orgânica de 41,55 g dm³ (Tabela 1), associado aos fatores climáticos favoráveis para o desenvolvimento da cultura (Figura 1), pode-se sugerir que o bioestimulante apresentou potencial de suprir a falta de N em cobertura, pois o tratamento 4 (somente bioestimulante) resultando em quantidade de clorofila na folha e desenvolvimento de plantas semelhantes para os tratamentos avaliados. Observa-se também, que a associação de nitrogênio + bioestimulante, não apresente incremento de clorofila e não interfere no desenvolvimento da cultura do milho, comparando com a utilização isolada de ambos os elementos.

Esta suposição fica mais evidente ao ser observado as variáveis de arquitetura de planta ao final do ciclo do milho, as quais não diferiram estatisticamente, sendo observado média de 2,37 cm de diâmetro de colmo, 133,46 cm para a altura de inserção da espiga e 246,05 cm de altura final de planta (Tabela 5).

Tabela 5. Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob o diâmetro do colmo, altura de inserção de espiga e altura final de planta na cultura do milho. Dois Vizinhos – PR (2018).

Tratamentos Variáveis	Diâmetro do colmo (cm)	Altura inserção da espiga (cm)	Altura final de planta (cm)
Tratamento 1	2,41 ^{NS}	129,83 ^{NS}	245,83 ^{NS}
Tratamento 2	2,36	134,16	244,50
Tratamento 3	2,34	138,66	249,00
Tratamento 4	2,37	133,58	246,91
Tratamento 5	2,37	131,08	244,08
Média	2,37	133,46	246,06
dms	0,17	12,31	17,20
CV (%)	3,14	4,09	3,10

^{NS}: Não significativo. Tratamento 1: ½ dose (0,75 L ha⁻¹) da recomendação técnica do bioestimulante em estágio de desenvolvimento V4 + ½ dose (0,75 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 2: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 3: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 4: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4; Tratamento 5: 170 kg ha⁻¹ de N (V4).

A Tabela 6 exibe as variáveis referente aos componentes de rendimento, fileiras por espiga, grãos por fileira, grãos por espiga, massa 100 grãos e produtividade, da cultura do milho.

Tabela 6. Influência dos ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio sob o número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de milho. Dois Vizinhos – PR (2018).

Tratamentos Variáveis	Fileira por espiga	Grãos por fileira	Grãos por espiga	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Tratamento 1	15,30 ^{NS}	32,10 ^{NS}	515,80 ^{NS}	41,58 a	15.819,10 ^{NS}
Tratamento 2	16,20	34,10	550,70	41,32 a	16.244,03
Tratamento 3	15,70	33,25	521,90	40,84 a	14.258,33
Tratamento 4	16,00	33,50	536,30	38,49 b	14.008,61
Tratamento 5	16,25	32,55	526,62	41,06 a	15.378,05
Média	15,89	33,10	530,26	40,66	15.141,62
Dms	1,81	5,50	82,23	2,01	2744,67
CV (%)	5,06	7,37	6,88	2,19	8,04

^{NS}: Não significativo. Média seguidas com letras diferentes na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Tratamento 1: ½ dose (0,75 L ha⁻¹) da recomendação técnica do bioestimulante em estágio de desenvolvimento V4 + ½ dose (0,75 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 2: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 3: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V8 + 170 kg ha⁻¹ de N (V4); Tratamento 4: dose recomendada do bioestimulante (1,5 L ha⁻¹) em estágio de desenvolvimento V4; Tratamento 5: 170 kg ha⁻¹ de N (V4).

O tratamento 4, o qual foi composto somente com utilização de ácidos húmicos/fúlvicos, apresentou menor massa de 100 grãos, 38,49 g, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 6). Este resultado demonstra a importância a que o nitrogênio exerce sobre a massa de grãos na cultura do milho, pois o tratamento 4, foi o único no qual não houve fornecimento de nitrogênio em cobertura.

Sangoi & Almeida (1994) verificaram que a elevação dos níveis de nitrogênio na cultura do milho resulta em aumento linear da massa de grãos. Neste contexto, verifica-se que o bioestimulante não apresentou capacidade de suprir a demanda de nitrogênio para a massa de grãos, pois o tratamento 4, com utilização somente do bioestimulante apresentou os menores valores para a variável (38,49g) (Tabela 4).

Apesar da massa de grãos ter sido influenciada pelos tratamentos, não houve efeito destes, sobre as demais variáveis de componentes de rendimento, sendo aferidos valores médios de 15,89 fileiras por espiga, 33,10 grãos por fileira, 530,26 grãos por espiga e produtividade de 15.141,62 kg ha⁻¹ (Tabela 6).

Ao compararmos a produtividade média da lavoura experimental (15.141,62 kg ha⁻¹) (Tabela 6), com produtividade média brasileira, da região sul do Brasil e a paranaense de milho no mesmo período, que foram de 5.556, 7.398 e 8.169 kg ha⁻¹, respectivamente, conclui-se que a lavoura experimental alcançou patamares elevados de produtividade, fato este possivelmente atrelado às condições favoráveis de temperatura e disponibilidade hídrica (Figura 1), a fertilidade do solo (Tabela 1) e aos níveis de investimento em adubação de base.

Segundo Lorensini et al. (2012), ocorrem muitas perdas de N por lixiviação e/ou por volatilização. Os pesquisadores relatam maiores concentrações de N-NH₄⁺ e de N-NO₃ na solução lixiviada em perfil do solo com tratamento de 120 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, em relação à 40 e 80 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹. Neste contexto a utilização de 170 kg ha⁻¹ de N em cobertura, em uma única dose, é considerada um valor elevado, sendo que este fato pode ter contribuído para que houve-se perdas do nutriente, reduzindo a sua eficiência.

Neste contexto, a utilização do bioestimulante torna-se viável por apresentar menor impacto sobre o ambiente em comparação ao uso de nitrogênio. Merten & Minella (2002) destacam em seus estudos que a degradação dos mananciais, proveniente do deflúvio superficial agrícola, ocorre, principalmente,

devido ao aumento da atividade primária das plantas e algas em decorrência do aporte de nitrogênio e fósforo proveniente das lavouras e da produção animal em regime confinado.

Outros estudos necessitam ser realizados para verificar se o tipo de solo e/ou o teor de matéria orgânica do solo e nível de investimento em adução de base, juntamente com a utilização do bioestimulante e as condições climáticas interferem nos componentes de rendimento da cultura do milho.

6. CONCLUSÕES

Nas condições de realização do estudo, a utilização do bioestimulante a base de ácidos húmico/fúlvicos não interfere sobre os teores de clorofila e sobre a altura de planta e área foliar de milho, exceto em R1 quando os valores de clorofila B e altura de planta são diferentes entre os tratamentos analisados.

As características morfológicas finais das plantas de milho e os componentes de rendimento da cultura, não foram influenciadas pelos tratamentos avaliados, exceto a massa de grãos que é menor quando não utilizado nitrogênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO. Associação Brasileira das Indústrias de Milho. **Guia do milho, tecnologia do campo a mesa**. 16 f. Julho 2006.

ALVARES, Clayton, A.; STAPE, José, L.; SENTELHAS, Paulo, C.; MORAES, José Leonardo, G; SPAROVEK, Gerd. **Köppen's climate classification map for Brazil. MeteorologischeZeitschrift**, Stuttgart, v. 22, p.711-728, 2013.

ALVES, Hellen R. A.; AMARAL, Renata F. Escritório Técnico de Estudos Economicos do Nordeste – ETENE. Ambiente de Estudos, Pesquisas e Avaliação – AEPA. Coordenadoria de Estudos Rurais e Agroindustriais – COERG. Produção, área colhida e produtividade de milho no Nordeste. **Informe Rural ETENE**. Nº 16. Setembro 2011.

BALDOTTO, L. E. B, BALDOTTO, M.A., GIRO, V.B., CANELLAS, L.P., OLIVARES, F.L., SMITH, R.B. **Desempenho do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 4, 2009.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. **Humic acids**. Revista Ceres, v. 61, p. 856-881, 2014.

BERNARDES, J. M., REIS, J. M. R., RODRIGUES, J. F. **Efeito da aplicação de substância húmica em mudas de tomateiro**. Global Science and Technology, v. 4, n. 3, 2011.

BHERING, S. B.; **Mapa de solos do Estado do Paraná**, Rio de Janeiro - RJ, p. 73, 2007.

CANELLAS, L.P., TEIXEIRA JUNIOR, L.R.L., DOBBSS, L.B., SILVA, C.A., MEDICI, L.O., ZANDONADI D.B., FAÇANHA, A.R. **Humic acids crossinteractions with root and organic acids**. Annals of Applied Biology, 153:157-166. 2008.

CARON, Vanessa C.; GRAÇAS, J. Pereira; CASTRO, PRC. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2015.

CASTOLDI, Gustavo; COSTA, Mônica S. S. de M.; COSTA, Luiz A. de M.; PIVETTA, Laércio A.; STEINER, Fábio. Sistemas de cultivo e uso de diferentes

adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira de Grãos 2017/18 – 4º Levantamento da Conab**. Brasília – DF. p. 132, v. 5; Janeiro 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

ERTANI, A.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; RIGHI, V.; NARDI, S.A. **Effect of commercial lignosulfonate-humate on *Zea mays L.* metabolism**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v. 59, n. 22, p. 11940-11948, 2011.

FRANCO, Antônio A. N.; MARQUES, Odair J.; FILHO, Pedro S. V. Sistemas de produção de milho safrinha no Paraná. **XII Seminário Nacional da Estabilidade e Produtividade de Milho Safrinha**. Dourados, MS. 2013.

LORENSINI, F., CERETTA, C. A., GIROTTO, E., CERINI, J. B., LOURENZI, C. R., DE CONTI, L., BRUNETTO, G. **Lixiviação e volatilização de nitrogênio em um Argissolo cultivado com videira submetida à adubação nitrogenada**. Ciência Rural, 42(7), 1173-1179. 2012.

FORTGREEN. 2017. Disponível em :<http://www.fortgreen.com.br/> Acessado em: 01 dez 2017.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho**. Ceres, v. 61, n. 7, 2014.

GEBIOMET. Grupo de estudos em biometeorologia. Disponível em: <www.gebiomet.com.br/downloads.php>. Acessado em: 01 fev. 2018.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. Zoneamento da cultura do milho 2ª safra no Paraná: mapas. Versão eletrônica. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1089>>. Acesso em: 24 out. 2017.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://INMEt.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTg0Mw==>. Acessado em: 07/01/2018.

JORDÃO, L.T., LIMA, R., MORETTI, P., PEREIRA, H., MUNIZ, A., OLIVEIRA, M. C.N. Teor relativo de clorofila em folhas de milho inoculado com *Azospirillum* braziliense sob diferentes doses de nitrogênio e manejo com braquiária. In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). **In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais. Viçosa: SBCS, 2010. 4 p. 1 CD-ROM. FERTBIO 2010., 2010.

LIMA, Eduardo, do V.; ARAGÃO, Carlos, A.; MORAIS, Otoniel M.; TANAKA, Robson; GRASSI FILHO, Hélio. **Adução NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento de feijoeiro**. Scientia Agricola, v. 58, n.1, p. 125-129, jan./mar. 2001.

LUJAN, D. W., MULLER, A. L., SIBALDELLI, R. N. R., AMARAL, H. F., FERREIRA, R. C. **INFLUÊNCIA DE NÍVEIS TECNOLÓGICOS NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE DIFERENTES HÍBRIDOS COMERCIAIS DE MILHO EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO**-10.14688/1984-3801/gst.v8n1p79-86. GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, v. 8, n. 1, 2015.

MARTIN, T. N.; PAVINATO, P. S.; SILVA, M. R.; ORTIZ, S.; BERTONCELI, P. **Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas**. In: TURCO, Giselle M. S. Anais. IV Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas. Maringá, p. 173-219, 2011.

MALAVOLTA, Euripedes. **Manual de nutrição de plantas**. Piracicaba - SP, editora Ceres 631p., 2006.

MERTEN, G. H., MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

NANNIPIERI, P.; MUCCINI, L.; CIARDI, C. **Microbial biomass and enzyme activities: production and persistence**. Soil Biology and Biochemistry, 15:679-685, 1983.

PAES, Maria C. D.; Circular Técnica. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. Sete Lagoas – MG; Embrapa milho e sorgo, Circ. n. 75, p. 6, ISSN: 1679-1150, Dezembro 2006.

PINOTTI, Elvio B. **Avaliação de cultivares de milho em função de população de plantas e época de semeadura**. 2013. 134 f. Tese (Doutor em agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômica. Botucatu, 2013.

ROCHA J. C.; ROSA A. H. **Substâncias húmicas aquáticas: interações com espécies metálicas**. São Paulo, UNESP. 120p. 2003

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. 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.

SIMIONI, José Flávio et al. **Indicadores de eficiência técnica e econômica do milho cultivado em sistema plantio direto no Estado de Santa Catarina, Brasil**. Revista Ceres, v. 63, n. 6, 2017.

STRIEDER, Mércio L. **Respostas do milho à redução do espaçamento entrelinhas em diferentes sistemas de manejo**. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SOUZA, Juliana Aparecida et al. **Viabilidade econômica de fontes e doses de nitrogênio no cultivo do milho segunda safra em sistema de plantio direto**. Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 58, n. 3, p. 308-313, 2016.

TAHIR, M. M., KHURSHID, M., KHAN, M. Z., ABBASI, M. K., & KAZMI, M. H.. **Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils**. Pedosphere, 21(1), 124-131, 2011.

USDA. United States Department of Agriculture, (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Safra Mundial de Milho 2015/16 – 14° Levantamento do USDA. Informativo DEAGRO (Departamento do Agronegócio da FIESP) Versão eletrônica, Abril, 2017. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>> Acesso em: 22/01/2018.

ZANDONADI, D.B.; CANELLAS, L.P.; FAÇANHA, A.R. **Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation.** *Planta*, Berlin, v. 225, p. 1583-1595, 2007.

ANEXOS

Anexo 1. Análise de solo profundidade 0 – 10 cm.

 Ministério da Educação Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Pato Branco Coordenação de Agronomia	 Governo do Estado do Paraná Secretaria de Agricultura e Abastecimento Instituto Agrônomo do Paraná
---	---

Laudo de Análise de Solo

Solicitante : Prof. Paulo Adami	Laudo : 7734	Amostra:401
Endereço:	Data: 19/09/2017	
Propriedade: UTFPR-DV - - PR		
Talhão: 4 - A4	Profundidade: 0 a 10 cm	
Técnico: Pesquisa UTFPR	Nº Matrícula: 0	

Alto								
Médio								
Baixo								
Resultados	41,55	8,90	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	5,10
	MO gdm ⁻³	P mgdm ⁻³	K cmol _c dm ⁻³	Cu mgdm ⁻³	Fe mgdm ⁻³	Zn mgdm ⁻³	Mn mgdm ⁻³	pH CaCl ₂

OBS: K(mgdm³): 117,30

Alto								
Médio								
Baixo								
Resultados	6,20	0,00	4,28	4,40	1,60	6,30	59,55	0,00
	Índice SMP	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	H+Al cmol _c dm ⁻³	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³	SB cmol _c dm ⁻³	V (%)	Sat. Al (%)

Metodologias: M.O. por digestão úmida; P,K,Cu,Fe,Zn e Mn extraídos com solução de Mehlich - I; pH em_gCa.Cl₂ 1:2,5
Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹

Porcentagem dos valores em relação ao CTC

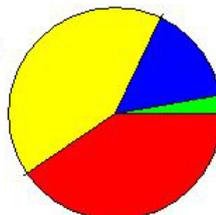
Valor do CTC = 10,58

K : 2,84 %

Mg : 15,12 %

Ca : 41,59 %

H+Al : 40,45 %



Anexo 2. Análise de solo profundidade 10 – 20 cm.

 Ministério da Educação Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Pato Branco Coordenação de Agronomia	 Governo do Estado do Paraná Secretaria de Agricultura e Abastecimento Instituto Agrônomo do Paraná
---	---

Laudo de Análise de Solo

Solicitante : Prof. Paulo Adami	Laudo : 7734	Amostra:402
Endereço:	Data: 19/09/2017	
Propriedade: UTFPR-DV - - PR		
Talhão: 4 - A4	Profundidade: 10 a 20 cm	
Técnico: Pesquisa UTFPR	Nº Matrícula: 0	

Alto								
Médio								
Baixo								
Resultados	32,17	1,02	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40
	MO gdm ⁻³	P mgdm ⁻³	K cmol _c dm ⁻³	Cu mgdm ⁻³	Fe mgdm ⁻³	Zn mgdm ⁻³	Mn mgdm ⁻³	pH CaCl ₂

OBS: K(mgdm³): 50,83

Alto								
Médio								
Baixo								
Resultados	5,90	0,35	5,35	2,40	1,20		3,73	41,08
	Índice SMP	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	H+Al cmol _c dm ⁻³	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³		SB cmol _c dm ⁻³	V (%)
								Sat. Al (%)

Metodologias: M.O. por digestão úmida; P,K,Cu,Fe,Zn e Mn extraídos com solução de Mehlich - I; pH em_gCa.Cl 1:2,5
Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹

Porcentagem dos valores em relação ao CTC

Valor do CTC = 9,08

K : 1,43 %
Mg : 13,22 %
Ca : 26,43 %
H+Al : 58,92 %

