

**JOÃO VICTOR COSTA**

**DOSES DE ÁCIDO HÚMICO E DÉFICIT HÍDRICO NO CRESCIMENTO DA  
GRAMA ZEON™**

**Botucatu**

**2021**



**JOÃO VICTOR COSTA**

**DOSES DE ÁCIDO HÚMICO E DÉFICIT HÍDRICO NO CRESCIMENTO DA  
GRAMA ZEON™**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP-Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas

**Botucatu**

**2021**

C837d

Costa, João Victor

Doses de ácido húmico e déficit hídrico no crescimento da grama zeon<sup>TM</sup> / João Victor Costa.

-- Botucatu, 2021

74 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

1. Agronomia. 2. Ciência do solo. 3. Cultivo extensivo. 4. Solos irrigados. 5. Bioestimulantes. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DOSES DE ÁCIDO HÚMICO E DEFICIT HÍDRICO NO CRESCIMENTO INICIAL DE GRAMA ZEON™

**AUTOR: JOÃO VICTOR COSTA**

**ORIENTADOR: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS (Participação Virtual)  
Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. JOÃO CARLOS CURY SAAD (Participação Virtual)  
Engenharia Rural e Socioeconomia / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. LEANDRO CAIXETA SALOMÃO (Participação Virtual)  
Engenharia Agrícola / Instituto Federal Goiano

Botucatu, 12 de março de 2021



## DEDICÓ

Primeiramente aos meus pais Edivan Antonio Costa e Marcia Laura Lourenço Costa, por nunca mediram esforços na minha educação e ensino, sempre me incentivaram e apoiaram.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, que me recebeu de braços abertos, acreditou no meu potencial acadêmico.





## **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

Ao Prof. Dr. João Carlos Cury Saad, pelos ensinamentos, paciência e exemplo de professor, sempre auxiliando nas demandas que surgiram durante a pesquisa.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Máximo Sánchez Román, que auxiliou nos processos de pesquisa propostos anteriormente, fornecendo estrutura e conhecimento para a condução do mesmo. Entretanto, por motivo de força maior não foi possível de serem executados.

À Deus, por iluminar meus passos, colocando sempre pessoas de bom coração no meu caminho, livrando-me de todos os males.

À toda equipe de funcionários do Departamento de Ciência Florestal Solos e Ambiente, em especial ao José Carlos, que sempre nos auxiliou em momentos de necessidade.

À minha família, minha mãe Marcia Laura Lourenço Costa, meu pai Edivan Antonio Costa, por sempre estarem presentes na minha vida, celebrando todas as minhas conquistas acadêmicas alcançadas, tendo paciência e compreensão pelos momentos em que não pude estar presente durante esse período.

Aos meus amigos Patrick Luan Ferreira dos Santos, Matheus Leal do Nascimento, Maria Clara Lelles Moreira Begueline, Kamila Cristina de Credo Assis, Alessandro Reinaldo Zabotto, Marcela Caetano e Eunice Baquião. Vocês sacrificaram muito tempo de vocês para me ajudar na condução e análises do meu experimento.

Aos funcionários das Fazendas de ensino, pesquisa e extensão – FEPE da FCA, pelos auxílios fornecidos durante todo esse período.

Meu agradecimento a todos que, de alguma forma participaram e contribuíram, para que fosse possível alcançar este objetivo.



## RESUMO

Devido a suas qualidades estéticas, bem como suas diversas funcionalidades, a grama ocupa uma posição de destaque dentro dos cultivos. Contudo, o desenvolvimento das gramas depende de fatores relacionados às características físicas e químicas do solo, disponibilidade hídrica, temperatura e intensidade de luz ideais. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a grama Zeon™ submetida a diferentes doses de ácido húmico e déficit hídrico, visando manter o desenvolvimento do gramado mesmo em condições de estresse. O experimento foi instalado em casa de vegetação localizada no município de Botucatu, SP. O delineamento utilizado foi o em blocos inteiramente casualizados, organizados em esquema fatorial 5x2, compreendido por doses de ácido húmico (0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0 L ha<sup>-1</sup>) e por níveis de déficit hídrico compreendido por umidade do solo a 80 e 50% da capacidade de campo, com cinco repetições, totalizando 50 unidades experimentais. A irrigação foi feita por gotejamento, em que os vasos eram pesados diariamente e calculava-se a quantidade de água a ser repostada com base nos déficits hídricos. Foram avaliadas aos 30, 60 e 90 dias após a instalação o índice relativo de clorofila, taxa de cobertura verde do solo, índice de Vegetação por Diferença Normalizada, altura da parte aérea, massa seca das aparas, peso úmido, peso seco e volume de raiz. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando observado interação significativa entre os fatores, doses e estresses, os mesmos foram ajustados por meio de regressão polinomial utilizando o programa estatístico Sigma Plot. Conclui-se que o déficit de 50% da capacidade de campo, apresentou os melhores parâmetros de desenvolvimento para a grama Zeon™ em relação tratamento com maior umidade do solo representado por 80% da capacidade de campo.

**Palavras-chave:** *Zoysia matrella*. Irrigação em gramados. Bioestimulantes. Gramados.



## Abstract

For its aesthetic categories, as well as for its diverse classifications, the herb occupies a prominent position in the cultures. However, the development of grasses depends on factors related to the physical and chemical characteristics of the soil, water availability, temperature and ideal light intensity. The objective of this study was to evaluate a Zeon™ lawn submitted to different doses of humic acid and water deficit, to maintain the development of the lawn even under stress conditions. The experiment was installed in a greenhouse located in the municipality of Botucatu, SP. The design used was in completely randomized blocks, organized in a 5x2 factorial scheme, comprising doses of humic acid (0; 2.0; 4.0; 8.0; 16; 0 L ha<sup>-1</sup>) and by levels of water deficit comprised by soil moisture at 80 and 50% of field capacity, with five replications, totaling 50 experimental units. Drip irrigation was performed, in which the pots were weighed daily and the amount of water to be replaced was calculated based on the water deficit. At 30, 60 and 90 days after installation, the relative chlorophyll index, green cover rate, vegetation index by normalized difference, height of the aerial part, dry weight of the cuttings, wet weight, dry weight and volume of the source root. The collected data were used for analysis of variance and, when observed between factors, doses and tensions, they were adjusted by polynomial regression using the statistical program Sigma Plot. It is concluded that the deficit of 50% of the field capacity, presented the best development parameters for the Zeon™ grass in relation to treatment with higher soil moisture represented by 80% of the field capacity.

**Keywords:** *Zoysia matrella*. Lawn irrigation. Biostimulants. Lawn.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Temperatura máxima e mínima diária do ar dentro da casa de vegetação, referente a junho a agosto de 2020.....29
- Figura 2** - Produção das mudas de grama Zoysia matrella em bandejas. Botucatu.30
- Figura 3** - Croqui utilizado para instalação do experimento.....32
- Figura 4** - Abertura das covas e plantio das mudas de grama Zoysia Zeon™. ....33
- Figura 5** - “Light box” utilizada para padronização da luminosidade e altura das fotos. ....35
- Figura 6** - Análise de imagem para determinação da TCV através do software Core Photo Paint 2019 com contagem de pixels totais (A) e inserção da máscara de cor para pixels verdes (B).....36
- Figura 7** - Aparelho Field Scout CM-1000 Chlorophyl Meter utilizado para avaliação IRC (A), leitura dos valores de IRC na parcela experimental (B). ....37
- Figura 8** - Índice relativo de clorofila da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 30 dias após a instalação do experimento. \*\* - significativo a 1%. ....43
- Figura 9** - Taxa de cobertura verde do solo pela grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico nas duas condições de estresse hídrico aos 90 dias após a instalação do experimento. \* - significativo a 5%. ....45
- Figura 10** - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 30 dias após a instalação do experimento. \*\* - significativo a 1%. ....48
- Figura 11** - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\* - significativo a 1%. ....48
- Figura 12** - Altura da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico nos dois estresses hídricos aos 30 dias após a instalação do experimento. \* - significativo a 5%, \*\* - significativo a 1%. ....51
- Figura 13** - Comprimento da raiz da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\* - significativo a 1%. ....56

- Figura 14** - Massa fresca da raiz da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\*- significativo a 1%. ..... 56
- Figura 15** - Volume da raiz da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\*- significativo a 1%. ..... 57
- Figura 16** - Teor de ferro (Fe) na parte aérea de grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\*- significativo a 1%. ..... 60



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Textura do Latossolo Vermelho Distrófico utilizado no experimento no Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente – FCA/ Botucatu – SP. ....30
- Tabela 2** - Características químicas do Latossolo Vermelho Distrófico utilizado no experimento, Botucatu – SP.....31
- Tabela 3** - Teste F do índice relativo de clorofila da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico e estresse de hídrico. E teste de Tukey para os déficits utilizados no experimento. Botucatu-SP 2021.....41
- Tabela 4** - Teste F para Taxa de Cobertura Verde do Solo pela grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico e estresse de hídrico. E teste de Tukey para os déficits utilizados no experimento. Botucatu-SP 2021. ....44
- Tabela 5** - Teste F do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os déficits utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020. ....46
- Tabela 6** - Teste F da altura da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico e déficits hídrico. E teste de média para os níveis utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020.....50
- Tabela 7** - Teste F da massa seca das aparas da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico e déficits hídrico. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020. ....53
- Tabela 8** - Teste F da análise do sistema radicular da grama Zoysia Zeon™ (30 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e déficits hídrico. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020.....54
- Tabela 9** - Teste F da análise do sistema radicular da grama Zoysia Zeon™ (90 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e déficits hídricos. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020. ....54
- Tabela 10** - Teste F da análise nutricional para macro nutrientes da parte aérea da grama Zoysia Zeon™ (30 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os déficits utilizados no experimento. Botucatu, 2020. ....58

**Tabela 11** - Teste F da análise nutricional para macro nutrientes da parte aérea da grama Zoysia Zeon™ (90 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e déficits hídrico. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu, 2020..... 59

**Tabela 12** -Teste F da análise nutricional para micronutrientes da parte aérea da grama Zoysia Zeon™ (30 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e déficits hídrico. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu, 2020..... 60

**Tabela 13** - Teste F da análise nutricional para micronutrientes da parte aérea da grama Zoysia Zeon™ (90 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e déficits hídrico. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu, 2020..... 61

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>Gramados</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Produção de grama</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3</b>	<b>Zoysias</b> .....	<b>24</b>
<b>2.4</b>	<b>Irrigação em gramados</b> .....	<b>25</b>
<b>2.5</b>	<b>Bioestimulantes na agricultura</b> .....	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Local e caracterização da área experimental</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Produção das mudas</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3</b>	<b>Caracterização física e química do solo</b> .....	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Caracterização do ácido húmico</b> .....	<b>31</b>
<b>3.5</b>	<b>Delineamento experimental</b> .....	<b>31</b>
<b>3.6</b>	<b>Instalação do experimento</b> .....	<b>32</b>
<b>3.7</b>	<b>Sistema e manejo de irrigação</b> .....	<b>33</b>
<b>3.8</b>	<b>Condução do experimento e análises realizadas</b> .....	<b>34</b>
<b>3.8.1</b>	<b>Taxa de cobertura verde do solo (TCV)</b> .....	<b>35</b>
<b>3.8.2</b>	<b>Índice relativo de clorofila (IRC)</b> .....	<b>36</b>
<b>3.8.3</b>	<b>Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)</b> .....	<b>37</b>
<b>3.8.4</b>	<b>Altura da parte aérea (APA)</b> .....	<b>37</b>
<b>3.8.5</b>	<b>Massa da matéria seca da parte aérea (MSA)</b> .....	<b>38</b>
<b>3.8.6</b>	<b>Teor de macro e micronutrientes na parte aérea</b> .....	<b>38</b>
<b>3.8.7</b>	<b>Fitomassa e volume de matéria fresca de raízes + rizomas + estolões</b> ...	<b>38</b>
<b>3.8.8</b>	<b>Massa seca de raízes + rizomas + estolões</b> .....	<b>38</b>
<b>3.9</b>	<b>Análise estatística</b> .....	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>63</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de gramas apresentou, nos últimos anos, um aumento de área plantada, estima-se que há cerca de 25 mil hectares de grama plantada comercialmente, sendo que a grama esmeralda (*Zoysia japonica*) representa mais da metade desta área. O estado de São Paulo 36% deste total, seguido dos estados do Paraná (13,6%) e Minas Gerais (8%) (VILLAS BÔAS et al., 2020).

Por apresentar diversas funcionalidades, áreas gramadas são indicadas para distintos usos, dentre eles: ornamentação em jardins públicos e privados; áreas de recreação; estabilização de encostas e taludes (estradas, rodovias e ferrovias); áreas de segurança para aeroportos; campos esportivos (futebol, golf, polo, etc.) e mais recentemente tem sido utilizada como cobertura vegetal de telhados verdes (OLIVEIRA et al., 2018; CASTILHO; FREITAS; SANTOS et a., 2020).

Contudo, essa grande diversidade de uso criou a necessidade de pesquisas com objetivo de desenvolver cultivares capazes de serem produzidas e utilizadas em diversas regiões (SILVEIRIO et al., 2020).

Assim, em 2014 surgiu a primeira cultivar de *Zoysia matrella* (L.) Merr no Brasil, recebendo o nome comercial de Zeon™. Foi trazida ao país para ser utilizada principalmente no campo de golfe olímpico do Rio de Janeiro. A grama Zeon™ produz um vigoroso sistema radicular, formando um gramado mais denso, com folhas mais finas que as da 'Esmeralda', apresentando melhor tolerância à sombra em comparação com a *Z. japonica* (WHERLEY, et al. 2011; MCCARTY, 2018), possibilitando também ser utilizada em gramados ornamentais (MAGNI et al., 2017; GREENGRASS, 2016).

Quando bem nutrida e irrigada, a grama Zeon™ apresenta uma excelente qualidade estética, com cor verde mais intenso da parte aérea, um sistema radicular mais robusto, que proporciona um tapete de melhor qualidade para ser produzido e comercializado (KAMIMURA; GOSOY; VILLAS BÔAS, 2020; ITOGRASS, 2020). Entretanto, faltam informações acerca da produção da espécie, necessitando pesquisas que possam maximizar a produção comercial de tapetes.

Em áreas gramadas, o manejo adequado da irrigação é fundamental para garantir a qualidade e a manutenção da grama, principalmente na implantação, onde o sistema radicular ainda é pouco desenvolvido. Irrigações frequentes podem diminuir a perda de nutrientes por lixiviação, mantendo a umidade adequada próximo a zona

radicular por um período maior. A aplicação de uma lâmina ideal de irrigação pode estimular o crescimento das raízes em profundidade, produzindo um gramado mais resistente, com uma velocidade maior de crescimento da parte aérea, diminuindo efeitos de estresse hídrico, devido a maior capacidade de absorver água e nutrientes (ANDRADE, 2016), possibilitando redução da lâmina de irrigação.

Além da necessidade de se utilizar uma lâmina adequada de irrigação para o desenvolvimento do gramado, o manejo da irrigação assegura que o produtor tenha uma produção econômica, com máxima eficiência no uso da água sem prejudicar a produção. Entretanto, a exigência hídrica e as respostas do gramado aos níveis de água variam conforme às condições climáticas, tipo de solo e estádios de crescimento (ALMEIDA, 2019).

O uso da irrigação para manutenção de gramados é um dos grandes competidores por água nas áreas urbanas (GEROLINETO, 2008). Há a necessidade de estratégias que proporcionem maior tolerância dos cultivos aos estresses, sem perda de produtividade e qualidade dos gramados. Uma das alternativas observadas em outras culturas é a utilização de bioestimulantes que permitam que a planta remova água do solo armazenada em tensões maiores.

A aplicação de produtos orgânicos em áreas cultivadas, como ácido húmico, pode estimular diversas reações bioquímicas na planta, como aumento na permeabilidade da membrana celular, taxa fotossintética, alongamento celular, absorção de potássio e fósforo, além de síntese de proteínas e hormônios, melhorando a eficiência no uso da água. (ZHANG, et al. 2013). Estes efeitos podem contribuir para um melhor desenvolvimento da planta, mesmo em situação de estresse hídrico.

Considerando o exposto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial da grama Zeon<sup>TM</sup> submetida a diferentes doses de ácido húmico e estresse hídrico.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Gramados**

A grama pertence à família da Gramíneas, com mais de 10.000 espécies catalogadas, contudo, menos de 50 apresentam potencial para uso como cobertura verde na formação de gramados. Parte das espécies utilizadas no paisagismo foi desenvolvida a partir de gramíneas nativas, formadas nas pradarias e pastagens, onde passavam por constantes danos por pisoteio e “podas” por animais herbívoros que às utilizavam como fonte de alimento (SANTOS; NASCIMENTO; ARAÚJO, 2015; CASTILHO; FREITAS; SANTOS, 2020). Cada espécie apresenta características próprias, como: cor, textura, largura e comprimento da folha, comprimento do sistema radicular, forma de propagação, adaptação a áreas com baixa luminosidade, resistência ao pisoteio, seca, frio, pragas e doenças, etc., (GODOY, et al., 2012; SANTOS; NASCIMENTO; ARAÚJO, 2015). Estas características permitem indica-las para diferentes usos e manejos.

Os gramados tornaram-se componentes relevantes na paisagem urbana, apresentando diversos benefícios funcionais pela ampla e permanente cobertura do solo, dentre eles a ação antierosiva (GAZOLA, 2017), possibilitando seu uso em margens de rodovias, ferrovias, aeroportos, obras públicas e privadas; para fins recreativos e estéticos em parques e jardins (CARRIBEIRO, 2010); realçando espécies vegetais e outros elementos paisagísticos, como piscinas, fontes e estátuas (GEROLINETO, 2008; CASTILHO; FREITAS; SANTOS, 2020); essenciais em campos esportivos (ANDRADE, 2016; MATEUS, 2011), como campo de futebol, golf, polo, etc. (SANTOS, 2018); auxiliam no reabastecimento de aquíferos (GAZOLA, 2017), uma vez que promovem retenção da água da chuva por um maior período de tempo, possibilitando sua infiltração no solo; também melhoram a qualidade de vida das pessoas por promover redução no estresse e fadiga mental (BEYER et al., 2014).

A produção de grama tem assumido lugar de destaque no Brasil e no mundo, sendo abundante na paisagem urbana dos Estados Unidos, por exemplo, apresentando área de cultivo maior que as áreas de culturas anuais como o milho irrigado, sendo a maior cultura irrigada no país, (MILESI, et al. 2005). No Brasil, a área plantada comercialmente atinge mais de 25 mil hectares cultivados, presente em todo o território brasileiro. O estado de São Paulo apresenta a maior área, correspondente a 9 mil ha, seguido do Paraná com 3,4 mil ha e Minas Gerais com 2,0 mil ha (ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL, 2020).

As gramas utilizadas na formação de gramados ornamentais e esportivos podem ser classificadas como de clima quente e de clima frio. As gramas de clima quente desenvolvem em climas tropicais e subtropicais como no Brasil, podendo tolerar geadas temporárias (GURGEL, 2003). Essas gramas são divididas de acordo com a sua forma de propagação, sendo classificadas em rizomatosas, estoloníferas ou cespitosas.

As gramas rizomatosas são mais resistentes aos danos físicos, fato esse devido aos rizomas que são estruturas vegetativas que crescem em sub-superfície, e que ao emergir sobre a superfície dão origem a um nova planta e raízes (TURGEON, 2007). Essas características possibilitam que durante a colheita da área de produção, pode-se retirar toda a parte aérea do gramado para comercialização, visto que a capacidade de regeneração nos rizomas é capaz de formar um novo gramado. (GODOY, et al., 2012).

As gramas estoloníferas possuem a base da propagação vegetativa através de estolões que se propagam na superfície do solo. Essa grama é mais sensível ao pisoteio devido aos danos causados aos estolões. Contudo, são mais adaptadas a áreas sombreadas por apresentarem folhas mais largas que compensam a falta de luz (GAZOLA, 2017). Dentre as espécies do grupo estolonífero destacam-se as gramas São Carlos (*Axonopus* spp.) e Santo Agostinho (*Stenotaphrum secundatum*) (GODOY, et al., 2012).

Gramas como as Zoysias: *Zoysia japonica* Steud; *Zoysia matrella* (L.) Merr.; *Zoysia japonica* Steud. x *Zoysia tenuifolia* Willd. ex Thiele (*Zoysia pacifica*); bermudas: *Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *Cynodon transvaalensis* Burtt Davy; *Cynodon dactylon* (L.) Pers. e *Paspalum vaginatum* Swarz, podem apresentar as duas estruturas vegetativas, tanto por estolões quanto por rizomas (VILLAS BÔAS et al., 2020; MAPA, 2020). Assim, devido ao perfeito entrelaçamento dos rizomas com estolões, esta forma um perfeito tapete quando cortada, e acaba conferindo maior resistência ao pisoteio que as demais espécies e variedades.

Já as gramas tidas como de clima frio, apresentam crescimento cespitoso, sendo mais tolerantes a baixas temperaturas, mas não sobrevivem em condições de climas tropicais. São utilizadas no Brasil na forma de “overseeding”, semeadas durante o inverno sobre a grama de verão, para manter o do gramado denso e uniforme durante todo o ano (MATEUS, 2011; GODOY, 2020). As mais conhecidas são Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) utilizadas em campos de futebol e a



Rough bluegrass (*Poa trivialis* L.), em greens de campo de golfe (GODOY, et al., 2012).

## 2.2 Produção de grama

O comércio de grama no Brasil teve início com práticas extrativistas, com gramados crescendo em meio a pastagem, sendo cortados em forma de tapetes e comercializados informalmente. A principal grama comercializada através do extrativismo é a *Paspalum notatum* Flüggé, conhecida como grama batatais (VILLAS BÔAS et al., 2020). A grama Esmeralda, é a cultivar mais popular e mais vendida no Brasil, ocupando cerca de 74 a 81 % do mercado nacional, com grande utilização em obras públicas (ZANON; PIRES, 2010), o restante do mercado fica destinado a grama São Carlos (24%) e bermudas (1,2%) (PIRES; SIMONATO; COSTA, 2015).

As gramas cultivadas apresentam padronização dos tapetes produzidos em relação às gramas obtidas pelo extrativismo; com isso, fornecem uma boa garantia de qualidade e quantidade, apresentando uma economia dos custos de instalação e manutenção do gramado formado. Podem ser comercializadas em viveiros, floricultura, lojas agrícolas, diretamente pelo produtor aos consumidores finais, etc., (PIRES; SIMONATO; COSTA, 2015). Para se produzir gramas, o produtor deve ser escrito no RENASEM (registro nacional de sementes e mudas), ter um responsável técnico da área e ter sua produção inscrita no ministério da agricultura.

O principal desafio na produção de grama é produzir tapetes que podem ser colhidos de maneira rápida e com qualidade suficiente para serem comercializados (BACKES et al., 2010). Dentre as qualidades exigidas pelos consumidores de grama, estão tapetes com boa formação, padronizados e densos, ou seja, tapetes sem falhas, com boa espessura, íntegros, com boa coloração e isentos de plantas daninhas, pragas e doenças (ZANON, 2003).

Com a escolha da grama, o próximo passo é a implantação da área de produção. Essa etapa requer um bom planejamento, já que o custo inicial é considerado elevado, necessitando do preparo ideal do terreno com uso de roçadeiras, arado e grade intermediária, equipamentos específicos para instalação, manejo e colheita do gramado, produção das mudas e plantio, aquisição de sistema de irrigação (convencional, auto propelido ou pivô central) que possa atender toda a área de cultivo (GODOY, et al., 2012).

Estudos envolvendo estabelecimento de gramados em condições de campo são desafiadores devido à mão de obra requerida na medição e quantificação dos parâmetros de desenvolvimento. O estabelecimento inadequado pode causar problemas que podem persistir por toda a vida da cultura (RICHARDSON; KARCHER; PURCELL, 2001).

Devido aos seus diversos usos e funcionalidades, existe um crescente interesse por novas espécies de gramíneas, específicas a diferentes regiões, necessidades de insumos e novas técnicas de manejo para serem usadas em gramados (GURGEL, 2012; PINHEIRO et al., 2015). Assim, o grande germoplasma e sua boa adaptabilidade as condições climáticas, resistência a seca, tornaram as espécies de *Zoysias* uma das gramas mais pesquisadas mundialmente para formação de gramados (MAGNI et al., 2017; MCMAUGH; LOCH; HARRISON, 2017).

### 2.3 *Zoysias*

As gramas do tipo *Zoysias* spp. são originárias da Ásia, na orla do pacífico, são perenes, com crescimento rizomatoso e estolonífero, adaptadas a uma ampla gama de ambientes, apresentando tolerância ao frio, salinidade e pragas, características essas responsáveis pela grande procura para pesquisas e uso em geral (GODOY et al., 2012; PATTON; SCHWARTZ; KENWORTHY, 2017).

Seus rizomas e estolões apresentam um perfeito entrelaçamento e, quando cortadas, formam um perfeito tapete, conferindo maior resistência ao rompimento e maior “pegamento” quando plantadas. Em geral, as espécies tem de média a baixa necessidade de adubação, sendo excelentes opções para o mercado paisagístico, e ainda apresentam maior teor de silício nas folhas, o que permite uma maior resistência a doenças, principalmente as de origens fúngicas (GODOY et al., 2012; GREEN GRASS, 2016; ITOGRASS, 2020).

Dentre as espécies comercializadas no Brasil, são encontradas 5 variedades de *Zoysias*: a grama ‘Esmeralda’ e ‘Esmeralda Imperial’ (*Z. japonica*), Coreana’ (*Z. Tenuifolia*), Geo *Zoysia* (*Z. japonica* x *Z. tenuifolia*) e ‘Zeon’ (*Zoysia matrella*) (GODOY et al., 2020; CASTILHO; FREITAS; SANTOS, 2020). Sendo que cada uma apresenta suas características peculiares.

A espécie de *Z. japonica* apresenta uma textura de folha grossa com tons verde esmeralda, parte aérea menos densa em comparação com *Z. matrella* que formam

um gramado mais denso, apresentando folhas finas e mais tolerantes a áreas sombreadas (PATTON, 2009; VILLAS BÔAS et al., 2020).

Uma grama que vem sendo amplamente empregada, principalmente em campos de golfe, é a *Zoysia matrella* também conhecida como grama Zeon™. Essa cultivar foi desenvolvida no Texas, através da empresa SOD SOLUTIONS, e trazida ao Brasil por apresentar como característica importante a resistência ao sombreamento e à seca. Além disso, possuem folhas mais finas, amplo desenvolvimento de raízes, estolões e rizomas e coloração verde intensa (GREEN GRASS, 2016).

A grama Zeon™ foi inicialmente desenvolvida para à indústria paisagística, devido a sua baixa incidência de produção de palha, taxa acelerada de propagação e manutenção extremamente baixa. Contudo, se tornou a escolha número um para fairways de campos de golfe, e também se estabeleceu na construção civil dos Estados Unidos, como uma seleção de gramados premium muito procurada (SOD SOLUTIONS, 2021).

Um dos pontos futuros no mercado das Zoysias, é que vem atualmente surgindo as chamadas mini zoysias, que vem sendo amplamente utilizadas em greens de campos de golfe, em substituição as tradicionais bermudas. Esse mercado, entretanto, ainda não se consolidou no Brasil, mas já é bem explorado em países como os Estados Unidos. Contudo alguns cultivares como a L1F Trinit, já está em fase de testes e produção no Brasil (informação verbal<sup>1</sup>).

## **2.4 Irrigação em gramados**

Em áreas gramadas, o manejo da irrigação e os tratos culturais são fundamentais para a manutenção e desenvolvimento dos parâmetros de qualidade (GEROLINETO, 2008). A manutenção da coloração e produção de matéria verde do gramado está diretamente ligada ao manejo da água no solo (SILVA et al., 2007). Em condições de estresse hídrico, as folhas da grama começam a torna-se opacas e enrolar, posteriormente adquirem tom azulada até secarem tornando-se marrons. Outro efeito observado é a redução na absorção de nutrientes pelas raízes, prejudicando as atividades metabólicas, com declínio das brotações laterais (CARRIBEIRO, 2010).

A disponibilidade de água no solo está relacionada aos fatores físicos, pois são eles que definem a estrutura do solo. O arranjo da fase sólida irá resultar em

diferentes tamanhos e formas de poros, alterando atributos como a densidade, porosidade total, que estão associados ao armazenamento de água e na escolha do método de irrigação (CARRIBEIRO, 2010; SCHIEBELBEIN, 2017).

Em áreas comerciais, os métodos de irrigação mais empregados são os do tipo canhão autopropelido, pivô central e aspersão convencional, já para áreas paisagísticas e campos esportivos predominam os sistemas de microaspersão e gotejamento (CARRIBERO, 2010). Contudo, o principal desafio na irrigação de gramados está relacionado à quando e quanto de água aplicar para o adequado desenvolvimento da grama. É importante conhecer que a eficiência no uso da água pelos gramados pode variar de acordo com a variedade, cultivar e condições climáticas do ambiente onde se encontra instalado o gramado (ROMERO; DUKES, 2009).

Durante as estações climáticas do ano a demanda hídrica do gramado é afetada. No inverno devido as baixas temperaturas o gramado reduz sua atividade fisiológica consumindo menos água, razão pela qual a reposição hídrica pode ser relativamente menor, irrigações em excesso podem provocar a incidência de doenças nessa época. No verão, em função das maiores temperaturas, as gramíneas de clima quente apresentam alto crescimento e atividade metabólica acarretando em maiores valores de evapotranspiração (SILVA, 2004), necessitando, portanto, de frequência e lâminas de irrigação maior.

## **2.5 Bioestimulantes na agricultura**

Nos últimos anos, a escassez de água, devido as baixas precipitações ou pela crescente competição entre o consumo doméstico, industrial e agrícola, tornou-se um dos maiores desafios para a agricultura, já que o estresse hídrico severo limita o crescimento, expansão celular, condutância estomática, biomassa e a produtividade das plantas (KHODADADI et al., 2020; CHAVOUSHI et. al., 2020).

Dessa forma, busca-se o desenvolvimento e emprego de tecnologias afim de mitigar os efeitos adversos do estresse hídrico nos cultivos. O uso de adubos foliares bioestimulantes e condicionadores de solo, são exemplos de tecnologias promissoras na redução do estresse abiótico em plantas (OLIVEIRA et. al, 2013).

A aplicação exógena de substâncias húmicas (SH) e extratos de algas (*Ascophyllum nodosum* (L.)) (TEIXEIRA, N. T.; HERRERA, F. B. 2018), como componentes da matéria orgânica do solo, podem influenciar nas propriedades

químicas e biológicas do solo. As SH podem ser constituídas por ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF), microrganismos e entre outros produtos orgânicos (ROSA, et al. 2017).

Esses bioestimulantes são capazes de desencadear reações morfológicas e fisiológicas nas plantas, tais como germinação, enraizamento, acúmulo de matéria seca, formação de novos brotos, floração, frutificação e senescência, aumento da absorção de íons, retenção da umidade do solo e fornecimento de nutrientes (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014; SILVA, 2019), influenciando nos teores de clorofila, atividade respiratória, síntese de ácidos nucleicos e atividades de enzimas (CARON; GRAÇAS; CASTRO, 2015). Seus efeitos também estão ligados na regulação do sistema de defesa oxidativo e no ajuste osmótico celular, permitindo que as plantas sustentem seu crescimento mesmo sob estresse ambiental (CAMPOS, 2020).

A presença de SH no solo influencia a dinâmica do nitrogênio amoniacal. A aplicação de AH na região da rizosfera pode promover o aumento das concentrações de íons de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) com a redução dos níveis de amônia ( $\text{NH}_3$ ), tornando o N em uma forma menos volátil. Durante esse processo, são gerados radicais orgânicos com carga negativa que tem afinidade com  $\text{NH}_4^+$ , ajudando a diminuir seu movimento no solo pela ação da lixiviação e o disponibilizando para as plantas (CARON; GRAÇAS; CASTRO, 2015).

Os AH constituem a maior fração das SH solúveis em meio alcalino (BALDOTTO et. al, 2014; RODRIGUES et. al, 2018). Tratam-se de substâncias escuras, devido sua extensa cadeia carbônica, essas moléculas apresentam elevados pesos moleculares, altos teores de ácidos carboxílicos e de N. As ações mais relatadas dos AH, estão relacionadas com o sistema radicular da planta (ADANI et al., 2008), com efeitos no alongamento da raiz, formação de raízes laterais e adventícias, bem como a formação de pelos radiculares nas plantas (CARON; GRAÇAS; CASTRO, 2015).

Estudos apontam que um dos mecanismos de ação dos AH é a ativação de  $\text{H}^+$ -ATPases das membranas celulares, semelhantes aos fito-hormônios, em particular as auxinas como o ácido indol acético (IAA) (TREVISAN et al., 2010; BALDOTTO et al., 2014). As auxinas atuam no sistema radicular das plantas, onde ao passar para o meio intracelular através de transportadores, ocasionam a acidificação do citossol, e com isso, ocorre o afrouxamento das microfibrilas de celulose, facilitando a entrada

de água, fazendo com que a célula comece a aumentar seu tamanho e se divide em duas novas células, processo este chamado de mitose (TAIZ et al., 2017).

Esse efeito é explicado por Façanha et al. (2002), que relatam que devido as forças relativamente fracas (ligações de van Der Waals) que estabilizam as substâncias húmicas, estas são facilmente quebradas na presença de ácidos orgânicos, resultando em subunidades com atividade auxínica. Uma vez sintetizada, a auxina sinaliza para as células do periciclo iniciarem a divisão celular, dando origem às raízes laterais.

O desenvolvimento de pelos radiculares são importantes, pois desempenha papel mecânico na fixação das plantas ao solo, contudo sua função principal está associada a absorção de água e nutrientes (TAIZ et al., 2017).

Entretanto, a ação e implicações do bioestimulantes no metabolismo da planta são questionados por órgãos reguladores brasileiros com relação aos seus reais efeitos, situação essa que causa ausência de qualquer norma regulatória específica, ou seja, é uma classe inexistente na legislação de agroquímicos (SILVA, 2019), sendo, entretanto, classificados pela Instrução Normativa N° 1, de 8 de julho de 2020 como biofertilizantes (BRASIL, 2020), por apresentarem na sua fórmula complementada com macro e micronutrientes.

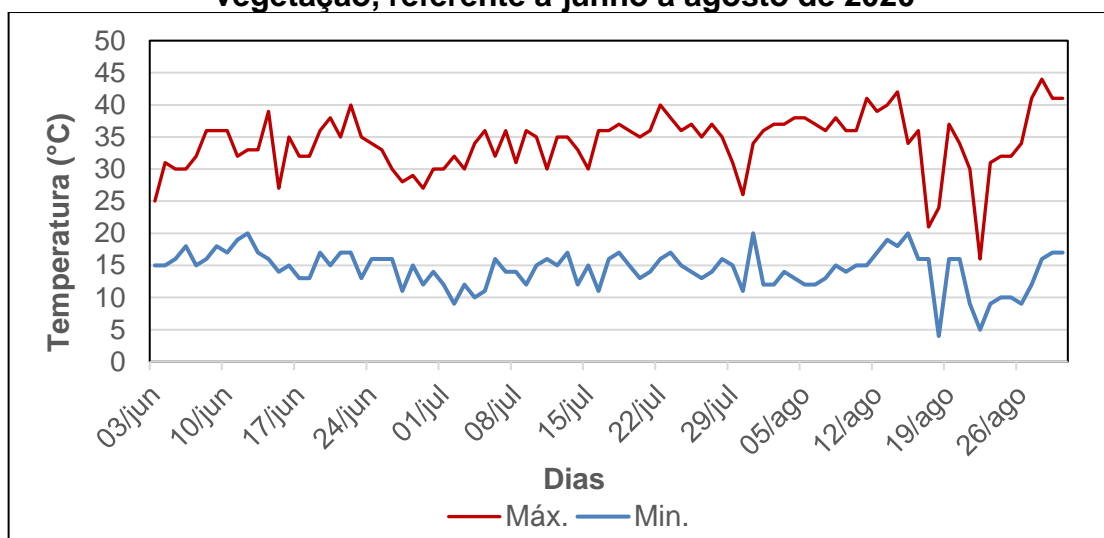
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em duas etapas, a primeira consistiu na produção das mudas de grama *Zoysia matrella*, comercializada com o nome de 'Zeon', durante o período de 60 dias (abriu a março de 2020) e a segunda na avaliação dos tratamentos por 90 dias (junho a agosto de 2020). O ensaio foi instalado no interior da casa de vegetação, com dimensões de 7,0 por 30 metros, coberta com filme plástico de PEBD de 100 nm, localizada no Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, município de Botucatu, SP. A classificação climática da região, pelo método de Köppen, é de Cfa (clima subtropical constantemente úmido) (CUNHA; MARTINS, 2009), com altitude média de 830 metros.

Foram coletados diariamente os dados de temperatura do ar em graus Celsius, durante todo o período experimental, através de um termômetro de máxima e mínima da marca Zurich, que apresentava exatidão de  $\pm 1^\circ\text{C}$ , instalado no interior da casa de vegetação.

**Figura 1 - Temperatura máxima e mínima diária do ar dentro da casa de vegetação, referente a junho a agosto de 2020**



#### 3.2 Produção das mudas

Para a produção de mudas foram utilizados sprigs, material de propagação vegetativa, de *Zoysia matrella* 'Zeon'. As mudas tipo "plug" foram produzidas em casa

de vegetação com o uso de bandejas de polietileno, com 64 células de 35 cm<sup>3</sup> cada, preenchidas com substrato comercial composto por turfa, vermiculita, casca de arroz carbonizada, resíduo orgânico e NPK, como apresentado na Figura 2.

Esse material foi irrigado manualmente até se estabelecer e apresentar uniformidade. Aos 10 dias de plantio foi aplicada uma solução nutritiva a base de N (ureia) na concentração de 70 mg N L<sup>-1</sup>, aplicando 0,2 L por bandeja com finalidade de produzir mudas saudáveis.

**Figura 2 - Produção das mudas de grama Zoysia matrella em bandejas. Botucatu- SP, 2020**



### 3.3 Caracterização física e química do solo

O solo utilizado no experimento foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2018), apresentando textura arenosa. Para determinação dos parâmetros físicos do solo, foram coletadas cinco amostras em diferentes pontos do solo, homogeneizadas, formando uma amostra composta única. A amostra foi enviada ao Laboratório de Física do Solo do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da FCA, onde foi realizada a determinação da composição granulométrica, conforme metodologia recomendada da Embrapa (1997), resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Textura do Latossolo Vermelho Distrófico utilizado no experimento no Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente – FCA/ Botucatu – SP**

Camada cm	Areia -----	Silte g kg <sup>-1</sup> -----	Argila	Classe Textural
0-20	110	541	349	Arenosa



Para caracterização química do solo, foi realizado o mesmo procedimento da análise física descritos anteriormente. A amostra composta foi enviada ao laboratório particular AGRILAB (Laboratório de Análises Agrícolas e Ambientais Ltda.), determinando pH, MO, P, S, Al, H+Al, K, Ca, Mg, SB, CTC e V(%) segundo metodologia de Raij et al. (2001). Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 - Características químicas do Latossolo Vermelho Distrófico utilizado no experimento, Botucatu – SP**

Camada	pH	M.O.	P	S	Al <sup>3+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V
cm	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	--mg dm <sup>-3</sup> --		-----	mmolc dm <sup>-3</sup>			-----			%
0-20	5,2	8	4	2	0	18	0,7	36	4	41	59	69

Como o V(%) se encontrava próximo ao recomendado por Godoy et al. (2012) da faixa variando de 60-70% para gramados, não foi necessária a realização da calagem na área.

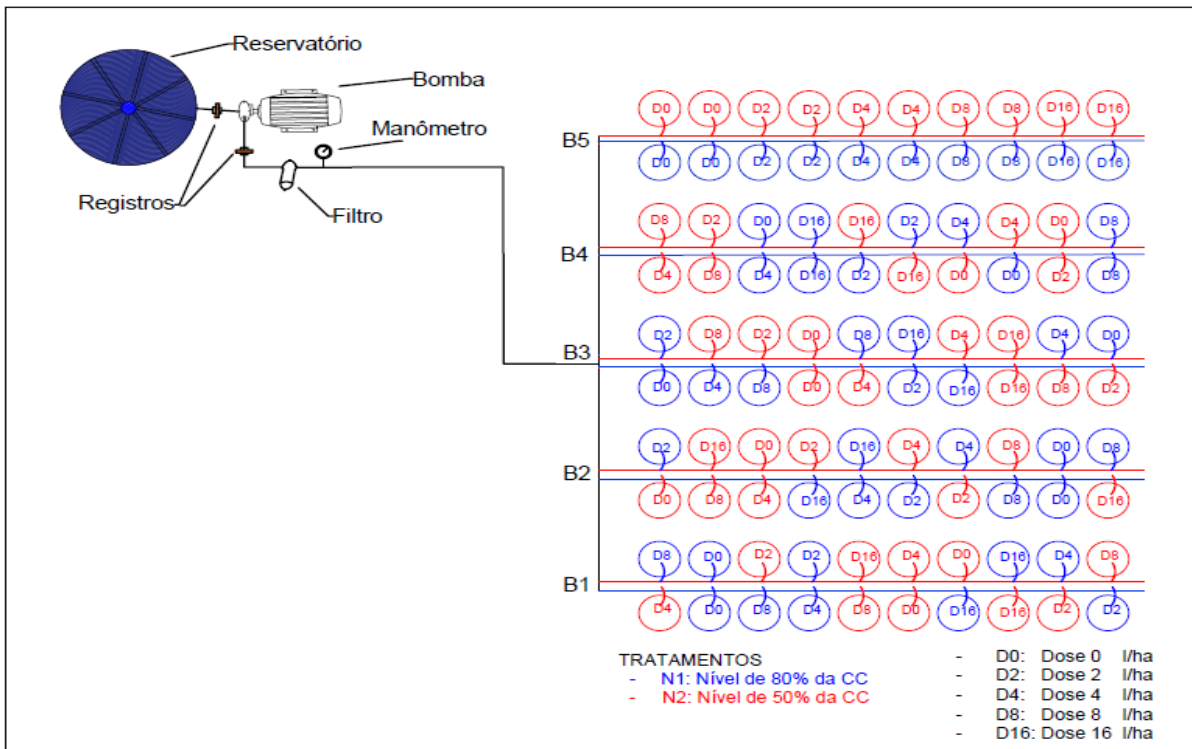
### 3.4 Caracterização do ácido húmico

O ácido húmico utilizado no experimento possui em sua composição 3 g L<sup>-1</sup> de carbono orgânico total, 1 g L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 12 g L<sup>-1</sup> de ácidos húmicos. Com densidade 1 kg L<sup>-1</sup> é comercializado como natureza física de suspensão homogênea a base de leonardita e água, para aplicação como fertilizante via solo. A dose recomendada pelo fabricante varia de 2,5 a 10 L ha<sup>-1</sup>, conforme a necessidade da cultura.

### 3.5 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), organizado em esquema fatorial 5x2, sendo o primeiro fator composto por cinco doses de ácido húmico (0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0 L ha<sup>-1</sup>), e o segundo fator dois níveis de estresse hídrico (mantendo a umidade do solo a 80% e a 50% da capacidade de campo, com cinco repetições, totalizando 50 parcelas experimentais com cada parcela composta por 2 vasos (Figura 3A e 3B).

**Figura 3 - Croqui utilizado para instalação do experimento**



### 3.6 Instalação do experimento

O solo utilizado no experimento, foi adubado com nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e Potássio ( $K_2O$ ) em quantidades de  $0,755 \text{ g vaso}^{-1}$  de nitrato de amônio,  $3,44 \text{ g vaso}^{-1}$  de superfosfato simples +  $4,06 \text{ g vaso}^{-1}$  de Yoorim Master e  $0,78 \text{ g vaso}^{-1}$  de cloreto de potássio respectivamente, conforme recomendação adaptada de Godoy et al. (2012). A complementação dos micronutrientes foi obtida na aplicação do Yoorim Master, que possui em sua formulação cálcio (18%), magnésio (7%), Boro (0,1%), cobre (0,05%), manganês (0,3%), zinco (0,55%) e silício (10%).

Não foi necessário realizar correção com calcário devido ao V% estar adequado para gramados, conforme descrito anteriormente. Posteriormente, foi feito o preenchimento dos vasos com o solo, colocando 7,1 kg de solo seco (previamente peneirado para remoção de material grosseiro), o que representava aproximadamente 5 Litros. Os vasos utilizados eram de polietileno de alta densidade, com dimensões de 24 cm de diâmetro, 18,5 cm de altura e 5 litros de volume útil.

Um dia antes do plantio, realizou-se a irrigação das parcelas experimentais até o solo atingir a CC. No dia de plantio, com auxílio de um molde de papel confeccionado nas dimensões da boca do vaso, foi feita a abertura das covas no vaso (Figura 4), utilizando uma estaca de madeira com a ponta com formato dos plugs. O volume de

ácido húmico para compor cada tratamento foi calculado de acordo com a soma das áreas dos vasos correspondente a cada tratamento. Posteriormente, diluiu cada volume de ácido húmico em 0,8L de água, com auxílio de uma pipeta graduada em 10 ml, aplicando 40 ml da solução formada para cada tratamento, distribuindo em 4 covas nas parcelas correspondente ao seu tratamento.

Em cada vaso foram transplantadas quatro mudas de grama devidamente espaçadas, repondo a água evapotranspirada diariamente por sete dias (período no qual os plugs de grama já apresentavam as primeiras raízes), dando início a aplicação do tratamento dos déficits hídricos no solo. Os déficits foram calculados em função da capacidade de campo do solo, estabelecendo um tratamento com umidade de 80% (ou seja 20% de déficit em relação a CC) e de 50% de umidade (déficit de 50%).

**Figura 4 - Abertura das covas e plantio das mudas de grama Zoysia Zeon™**



### **3.7 Sistema e manejo de irrigação**

A grama foi irrigada por um sistema de irrigação por gotejamento, constituído por um reservatório de 500 L, com uma derivação de PVC, no qual abastecia um conjunto motobomba elétrico de 0,5 cv, marca Ferrari, modelo Acquapump, com vazão máxima de  $1,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , que fornecia ao sistema uma pressão de 15 mca. Na saída da bomba foi instalado um filtro de disco de 120 de mesh, e um manômetro acoplado na linha principal para controle da pressão do sistema.

A rede hidráulica do sistema foi composta por uma linha principal de PVC com 8 m de comprimento e 25 mm de diâmetro nominal (DN). As linhas laterais eram formadas por tubos de polietileno de baixa densidade, no qual foram inseridos os gotejadores autocompensados, marca Netafim, de vazão  $4,0 \text{ Lh}^{-1}$ . A água dos

gotejadores era conduzida até o vaso por meio de microtubos de 3,2 mm DN, presos por estacas modelo Angled Short Arrow Dripper fixadas no centro do vaso.

O controle do fluxo de água até as parcelas dentro de cada estresse hídrico, ocorria por meio de registros de PVC, de 25 mm DN, instalados nas saídas da linha de derivação para as linhas laterais, fazendo a abertura e o fechamento dos mesmos de acordo com o tempo necessário (Equação 1) para aplicar a lâmina de água calculada.

Para obtenção dos resultados de coeficiente de uniformidade de irrigação, as vazões de todos os gotejadores foram previamente avaliadas antes da instalação do experimento, conforme metodologia descrita por Bernardo, Soares e Montovani (2006). Os resultados apresentaram valores de vazão média de  $4,3 \text{ L h}^{-1}$ , coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) de 93,16% e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) de 95,85%.

Para o manejo da irrigação foi determinado a CC do solo utilizado no experimento através de metodologia adaptada de Bernardo, Soares e Montovani (2006). Para isso, alguns vasos foram preenchidos com o solo seco, nas mesmas condições das parcelas experimentais, e saturados com água até notar o início da drenagem na parte inferior. Posteriormente foi lacrado a superfície do vaso com plástico afim de evitar evaporação, havendo, portanto, perdas de água apenas por drenagem. Diariamente foi realizado a pesagem dos vasos até os mesmos atingirem mínima variação de peso ( $> 5\text{g}$ ), indicando que o movimento de água no perfil do solo havia cessado. A diferença entre o peso do solo seco e o peso observado na leitura da balança, indica a quantidade máxima de água que esse solo consegue reter sem perdas por percolação (CC).

Mediante conhecimento do volume de água comportado pelo solo em CC, determinou os níveis de umidade para os tratamentos (80 e 50% da CC).

### **3.8 Condução do experimento e análises realizadas**

A perdas de água nas parcelas foram determinadas diariamente por meio da média de peso de 10 vasos por déficit, utilizando uma balança digital com sensibilidade de 0,003 kg. Posteriormente, determinava-se o tempo necessário para reposição da água através do sistema de irrigação conforme Equação 1.

$$Ti = \frac{PNx - PM}{Qg} \quad (1)$$

Onde:

Ti: Tempo de irrigação em minutos;

PNx: Peso ideal em kg do vaso para o déficit hídrico x;

PM: Média de peso dos 10 vasos em kg para o déficit x;

Qg: Vazão do gotejador em mL.min<sup>-1</sup>.

Aos 48 dias após instalação do experimento, foi constatado o ataque de lagartas da espécie *Agrotis ípsilon*, encontradas em diversas parcelas enterradas próximo aos plugs da grama, causando a desfolha das plantas nas parcelas infestadas. Mediante a infestação, foi realizado a aplicação de fipronil na dose de 80 g ha<sup>-1</sup>, calculando o volume de calda de acordo com a área do vaso.

### 3.8.1 Taxa de cobertura verde do solo (TCV)

A avaliação de TCV foi realizada a cada trinta dias, mediante análise de imagem digital. As imagens digitais foram registradas com auxílio de uma câmera de 48 Mega Pixel, fixado sobre uma estrutura denominada de “light box” (Figura 5). Essa estrutura é similar a utilizada no trabalho de Peterson, Arnold e Bremer (2011), composta por uma de caixa de 50 cm de altura e laterais vedadas, onde, em sua parte superior possui instalado lâmpadas, afim de uniformizar a luminosidade e uma abertura para posicionamento da câmera, já a extremidade inferior aberta por onde inseria-se os vasos.

**Figura 5 - “Light box” utilizada para padronização da luminosidade e altura das fotos**



As fotos capturadas foram transferidas para um computador, em seguida, analisadas de acordo com a metodologia proposta por Godoy (2005) utilizando o programa Corel Photo Paint versão 2019, que permite contar o número de pixels de

uma determinada cor (e suas tonalidades), níveis de matiz, brilho e saturação existentes em uma imagem.

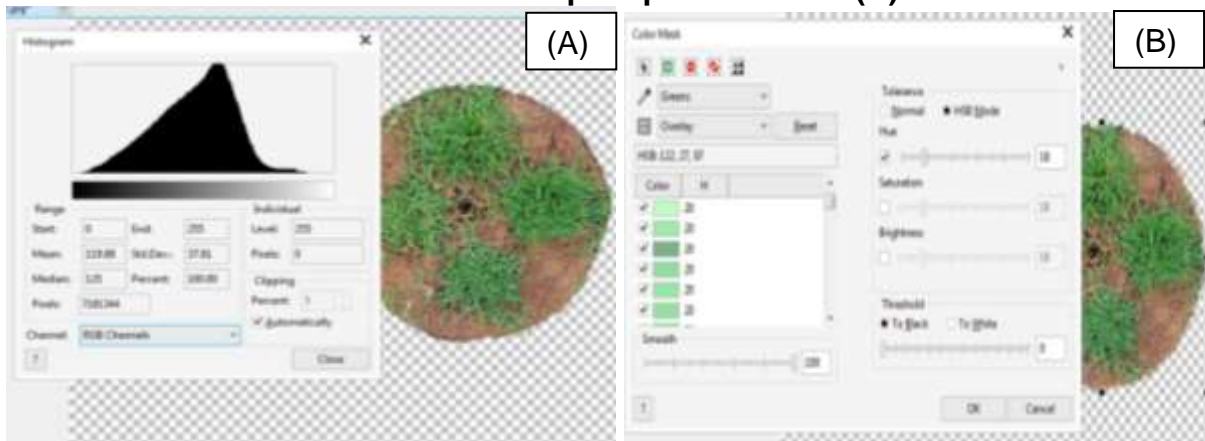
Calculando o número de pixels nas cores de verde a palha em cada foto (Figura 6), foi possível calcular a porcentagem do solo coberto pela grama, conforme Equação 2.

$$TCV = \frac{N^{\circ} \text{ de pixels verdes}}{N^{\circ} \text{ total de pixel na foto}} \quad (2)$$

Onde:

TCV: Taxa de cobertura verde do solo

**Figura 6 - Análise de imagem para determinação da TCV através do software Core Photo Paint 2019 com contagem de pixels totais (A) e inserção da máscara de cor para pixels verdes (B)**



### 3.8.2 Índice relativo de clorofila (IRC)

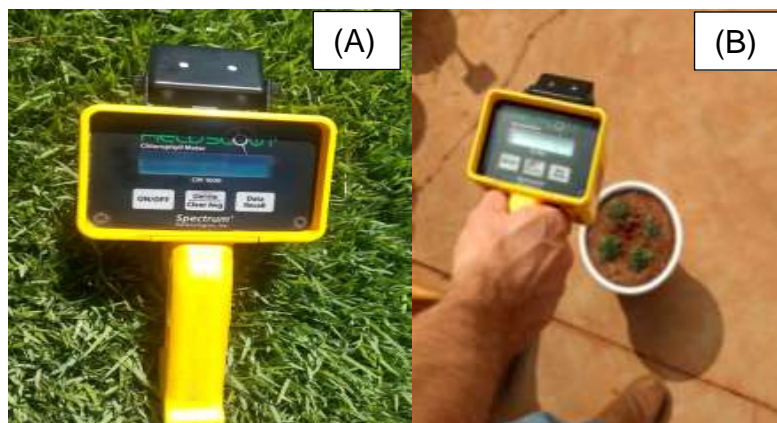
A cor verde da grama é um importante fator estético, podendo ser correlacionada indiretamente ao teor de clorofila na folha, que por sua vez tem relação com o teor de nitrogênio, sendo este o nutriente mais demandado pelas culturas.

Para determinação do índice relativo de clorofila, foi utilizado um medidor portátil Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter (Figura 7 A), cujo funcionamento se dá por meio da reflectância. As leituras se baseiam-se na proporção de luz vermelha refletida em relação a luz vermelha incidente na superfície da folha. Uma vez que a molécula de clorofila absorve a luz vermelha, quanto maior a concentração de clorofila na folha, menos luz vermelha é detectada pelo CM-1000.

As leituras foram realizadas sobre os quatros plugs de cada parcela, acionando o equipamento a 50 cm acima do vaso, paralelo a superfície da grama, ajustado com

o ângulo do sol (Figura 7 B). A partir das leituras individuais dos plugs foi obtido um valor médio para cada parcela experimental.

**Figura 7 - Aparelho Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter utilizado para avaliação IRC (A), leitura dos valores de IRC na parcela experimental (B)**



### 3.8.3 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

O NDVI é um importante parâmetro para calcular a fração da vegetação verde na superfície do solo, já que tem ligação com área foliar e estado nutricional das plantas (MONTANDON e SMALL 2008; BAUER e STONE 2018). O NDVI se baseia nas medições de reflectância dos comprimentos de ondas. A clorofila absorve a radiação eletromagnética na banda do vermelho (700 nm), enquanto que no infravermelho próximo (840 nm) é refletido pelas folhas. O valor de NDVI é definido como a diferença entre as medições da banda do visível e do infra vermelho, dividido por soma deles.

Para medição do valor de NDVI do gramado, foi usado o sensor portátil GreenSeeker®, marca Trimble. As medidas de NDVI foram realizadas sempre em momentos de baixa nebulosidade.

### 3.8.4 Altura da parte aérea (APA)

Para obtenção da altura da parte aérea da grama foi utilizado uma régua graduada em mm, posicionada na vertical, coletando três pontos no interior do vaso e obtendo um valor médio por parcela.

### **3.8.5 Massa da matéria seca da parte aérea (MSA)**

Aos 30 DAT foi colhido um vaso de cada tratamento por bloco (5 repetições por tratamento), removendo todas as folhas dos estolões com auxílio de uma tesoura. As aparas de cada parcela foram acondicionadas em saco de papel identificados e com peso conhecido, e levadas a estufa de circulação de ar forçada a 65°C por 72 horas. Após esse período, foram pesadas com uso de uma balança de precisão digital com precisão 0,01 g, determinando MSA. Aos 90 DAT foi realizado a colheita do restante do ensaio, realizando o mesmo procedimento dos 30 DAT.

### **3.8.6 Teor de macro e micronutrientes na parte aérea**

A determinação da concentração de nutrientes na parte aérea ocorreu através da análise das aparas, proveniente do corte das folhas aos 30 e 90 DAT. Após o corte e determinação da MSA, as aparas foram secas e posteriormente moídas até se tornarem particular menores e homogênea, enviadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da FCA, UNESP/Botucatu e analisadas seguindo a metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

### **3.8.7 Fitomassa e volume de matéria fresca de raízes + rizomas + estolões**

Para determinação dos parâmetros de massa fresca e seca de raízes + rizomas + estolões foi separado o solo do material vegetal (raízes + rizomas + estolões) utilizando água. Posteriormente esse material foi acondicionado em potes plásticos de 50 ml, preenchidos com solução composta de 50% de água deionizada e 50% de álcool volume 70, e armazenados em freezer a 4°C para posterior análise.

Para determinação da massa fresca, todo o material vegetal foi retirado dos potes, removida a umidade superficial utilizando papel toalha, posteriormente, pesados em uma balança digital com precisão de 0,01 g. Após pesagem, o material vegetal foi colocado em uma proveta graduada em ml preenchida com 50 ml de água deionizada e, após submergir todo o material, mediu-se o volume deslocado de água através da diferença do valor observado com o valor inicial.

### **3.8.8 Massa seca de raízes + rizomas + estolões**



Ao término das medições de volume do material vegetal, raízes + rizomas + estolões foram colocados em sacos de papel com peso conhecido, devidamente identificados e levados para secar em estufa por 72 horas, a 65 °C. No final desse período foram pesadas para determinação da matéria seca.

### **3.9 Análise estatística**

Os dados coletados durante a condução do experimento foram submetidos à análise de variância pelo Teste F a 95% de confiança e, quando significativos, procedeu-se com o desdobramento, análise de Teste Tukey para estresse hídrico e regressão para dose de ácido húmico, utilizando o programa estatístico “Sisvar” para a análise de variância (FERREIRA, 2019).

Os gráficos de regressão, foram ajustados no programa estatístico “Sigma Plot”, utilizando o modelo Parabolóide de equação  $Y=ax^2 + bx + c$  onde: (a), (b) e (c) são parâmetros estimados, (Y) representa o parâmetro avaliado e (x) as doses utilizadas de ácido húmico.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados para IRC (Tabela 3) evidenciam que para todas as datas avaliadas, houve efeito significativo de bloco, justificando, portanto, o modelo estatístico escolhido.

Houve variação significativa de IRC para doses aos 30 dias após instalação do gramado (30 DAI), porém para as demais épocas de avaliação as diferenças não foram significativas. No período inicial de adaptação das mudas no vaso, apesar da umidade ser mantida na CC, as raízes ainda pouco formadas não conseguiam manter a turgescência das plantas até o final do dia quando ocorria a reposição de água a partir da pesagem dos vasos. Isto era observado visualmente em todos os tratamentos, até uma determinado data, quando se observou que havia uma discriminação entre as doses aplicadas do AH. Além do período de adaptação e a dificuldade de absorção de água, também a temperatura foi importante no estresse que a planta sofreu nesta fase inicial, havendo, conforme a figura 1, o período de 30 dias apresentou médias maiores, quando comparada com temperatura de 30 a 60 e de 60 a 90 DAI.

Aos 60 DAI, os estresses de água apresentaram significância a 1%, em que para 50% da capacidade de campo, o índice relativo de clorofila apresentou o melhor resultado. Este maior valor observado poder ser atribuído ao maior desenvolvimento da planta, promovido neste tratamento conforme poderá ser observado nas tabelas relativas ao NDVI e massa seca da parte aérea.

Aos 90 DAI, não houve efeito significativo dos fatores isolados ou mesmo interação para IRC.

Segundo Godoy et al. (2012) o índice relativo de clorofila é uma ferramenta precisa para estimar o estado nutricional do gramado, quanto mais intenso a cor verde, maiores teores de nitrogênio, que é o nutriente requerido em maiores quantidades pelas gramas (SANTOS e CASTIHO, 2018). De acordo com Taiz et al. (2017) as clorofilas são porfirinas magnesianas, compostas de um átomo central de magnésio, ligado a 4 átomos de nitrogênio, sendo divididas em clorofila *b*, responsáveis pela dissipação do excesso de energia, e clorofila *a*, que fazem a excitação do elétron no centro de reação e a conversão de energia luminosa em energia química. Assim, quanto maior o valor do IRC, mais verde o gramado se encontra, e mesmo aos 30 e 90 DAI não havendo diferença estatística entre os estresses adotados, os valores de

IRC são maiores com o déficit de 50% (Tabela 3), em função dos motivos já comentados.

Não existe um valor ideal recomendado na literatura para o IRC em grama *Zoysia zeon*, uma vez que a espécie foi introduzida no país nos últimos anos, e as pesquisas sobre a mesma ainda são incipientes (KAMIMURA; GODOY; VILLAS BÔAS, 2020; GODOY et al., 2020). Contudo, comparando o valor ideal para a grama esmeralda (225 unidades), que pertence ao mesmo gênero da espécie de estudo, observa-se que os resultados estão abaixo dos observados por Godoy et al. (2012). Trabalho como os de Gazola et al. (2016) e Oliveira et al. (2018) mostram a influência do N no IRC em gramado de *Zoysia*.

Em condições de estresses durante o desenvolvimento da grama, a planta pode apresentar algumas respostas fisiológicas, como os resultados encontrados aos 60 DAI, com o desenvolvimento de maiores quantidades de clorofila foliar, conforme observado em gramado de 'Tifway 419' por Amaral, Castilho e Haga (2016). Contudo, Andrade (2016) não observou diferença entre os manejos de irrigação adotados para manutenção de 'Tifway 419', o mesmo foi identificado por Silva (2016) para a mesma espécie.

**Tabela 3 - Teste F do índice relativo de clorofila da grama *Zoysia Zeon*<sup>TM</sup> em função de doses de ácido húmico e déficit hídrico. E teste de Tukey para os déficits utilizados no experimento. Botucatu-SP 2021**

Teste F	Índice relativo de clorofila		
	30	60	90
	Dias após a instalação do experimento		
----- Scout CM1000 -----			
F dose	4,916**	0,790 <sup>ns</sup>	0,635 <sup>ns</sup>
F estresse	2,515 <sup>ns</sup>	16,119**	3,686 <sup>ns</sup>
F dose x estresse	0,597 <sup>ns</sup>	1,645 <sup>ns</sup>	0,160 <sup>ns</sup>
F bloco	8,803**	9,742**	3,719*
CV (%)	9,28	8,37	11,92
<b>Déficit hídrico</b>			
N1 – 80% CC	122 a	155 b	167 a
N2 – 50% CC	127 a	170 a	178 a
DMS	7	8	12

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%, ns- não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

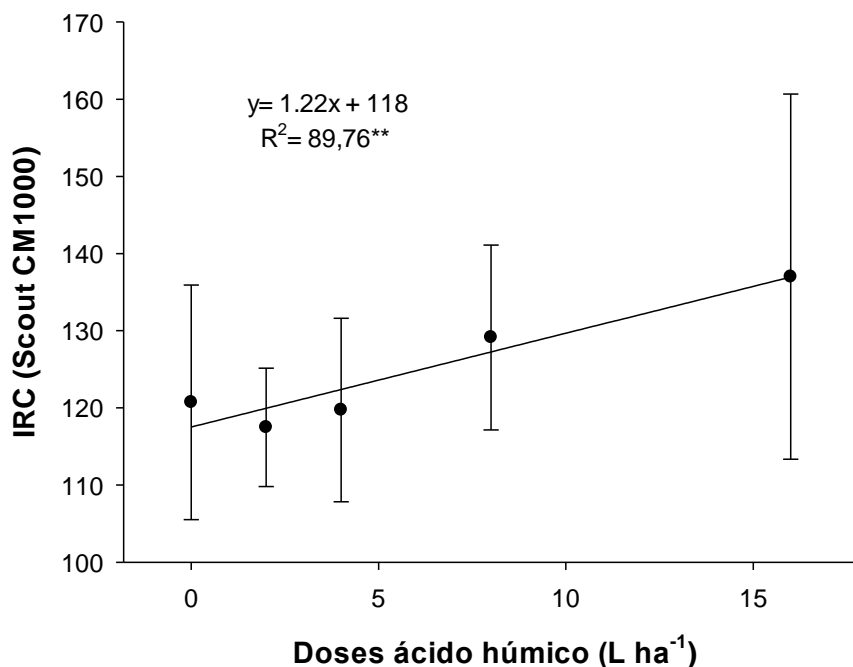
As doses de ácido húmico aos 30 DAI, podem ser representadas por uma regressão linear crescente, sendo que com o aumento das concentrações, houve

maiores valores do IRC observados (Figura 8). Segundo Zhang, Ervin e Schmidt (2003) o ácido húmico melhora a qualidade do gramado e o crescimento fisiológico dos mesmos, necessitando de menores quantidades de fertilizantes minerais. Aalipour, Nikbakht e Ghasemi (2019) observaram melhor concentração de nitrogênio com o uso de ácido húmico em duas espécies de gramado de inverno.

Pesquisas com outros bioestimulantes em gramados tem demonstrado boas respostas no desenvolvimento dos mesmos, como os resultados de Elansary et al. (2017), que verificaram maiores taxas fotossintéticas e crescimento de gramado de *Paspalum vaginatum* após aplicação de bioestimulante a base de extrato de alga. Zhang, Wang e Ervin (2010) também encontraram maiores teores de IRC com uso do extrato e Zhang e Ervin (2004) observaram uma melhoria na qualidade da grama de várias cultivares bentgrass ao aplicar extrato de algas marinhas a condições de estresse hídrico.

Conforme descrito anteriormente, o aumento das doses proporcionou incrementos no teor de clorofila das folhas aos 30 dias, resultados esses que se assemelham aos encontrados Zhang et al. (2020) que observaram boas respostas no conteúdo de clorofila após a aplicação de ácido húmico em Bentgrass. Isso se deve, pois possivelmente, o ácido húmico em quantidades adequadas, pode proporcionar maior desenvolvimento de hormônios vegetais responsáveis pelo crescimento da grama como a citocinina e ácido indol acético (ZHANG; ERVIN, 2004; ZHANG et al. 2020). Ainda, a aplicação desse bioestimulante proporciona crescimento da raiz do gramado e conseqüentemente maiores teores de clorofila (DU JARDIN, 2015; ZHANG; GOATLEY, 2019), conforme observado no presente estudo.

**Figura 8 - Índice relativo de clorofila da grama *Zoysia Zeon*<sup>TM</sup> em função de doses de ácido húmico aos 30 dias após a instalação do experimento. \*\* - significativo a 1%**



Para as avaliações da TCV (Tabela 4) aos 30DAI e 90DAI houve diferenças significativas ao estresse hídrico, com significância de 5% em ambas as datas. Contudo, aos 90DAI, o gramado apresentou interação entre os fatores (doses de ácido húmico e estresse hídrico) também a nível de significância de 5%. A TCV mostra indiretamente o tempo de fechamento do gramado, e essa avaliação é de extrema importância para seu crescimento inicial pois assim o solo não se mantém exposto e o aparecimento de plantas invasoras será prejudicado.

Com a maior umidade no solo (80% CC), proporcionou redução da TCV pela grama em relação ao tratamento de 50% da CC. Esse resultado demonstra que para o desenvolvimento inicial da grama *Zoysia matrella*<sup>TM</sup>, níveis de umidade menos elevados podem favorecer o desenvolvimento do gramado. Inferindo assim que, o uso de 80% CC apresenta excesso de umidade no solo. Carribeiro (2010) descreve que em condições de elevada disponibilidade hídrica, tornaram-se desfavoráveis para o desenvolvimento do gramado em área de produção.

Os resultados de TCV aos 60 DAI, podem ter sido prejudicados pelo o ataque de lagartas, já que a parte aérea foi a principal estrutura da planta onde se observou os danos, fazendo que o CV nesse período apresentasse os maiores valores.

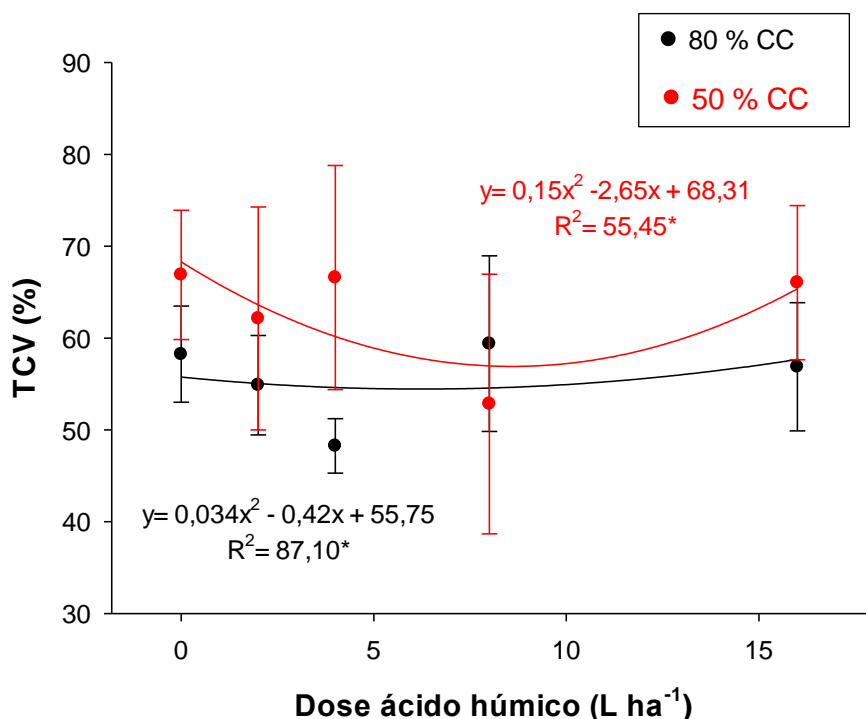
**Tabela 4 - Teste F para Taxa de Cobertura Verde do Solo pela grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico e estresse de hídrico. E teste de Tukey para os estresses utilizados no experimento. Botucatu-SP 2021**

Teste F	Taxa de cobertura verde do solo		
	30	60	90
	Dias após a instalação do experimento		
	-----TCV-----		
F dose	1,05 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>
F nível	5,16*	0,22 <sup>ns</sup>	10,71**
F dose x nível	0,27 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	3,15*
F bloco	22,74**	8,80**	7,22**
CV(%)	8,55	19,73	13,44
<b>Estresse hídrico</b>			
N1 – 80% CC	22,70b	44,68a	55,53b
N2 – 50% CC	23,99a	45,86a	62,89a
DMS	1,14	5,12	4,56

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%, ns- não significativo. CV. Coeficiente de Variação; CC. Capacidade de campo.

No gráfico de regressão (Figura 9) para a TCV aos 90 DAI, verifica-se, que com o aumento das doses de ácido húmico, a TCV apresentou comportamento quadrático positivo para ambos os déficits, contudo, os tratamentos a 50% CC apresentando as maiores médias, evidenciando que com a aplicação de AH nessas condições a TCV do gramado é favorecida e conseqüentemente a colheita do tapete, poderá ser antecipada.

**Figura 9 - Taxa de cobertura verde do solo pela grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico nas duas condições de estresse hídrico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*- significativo a 5%**



Os resultados para NDVI encontrados (Tabela 5) foram diferentes estatisticamente entre os tratamentos analisados aos 30 e 90 dias após a instalação do experimento, onde tanto as doses do ácido húmico, quanto o estresse hídrico apresentaram significância. Contudo, não houve interação entre os fatores.

Observando os resultados dos déficits hídricos, com o passar do tempo na execução do experimento, houve um aumento nos valores de NDVI. Esse efeito está relacionado com o crescimento e desenvolvimento da grama na superfície do solo, e conseqüentemente maior biomassa vegetal, aumentando de forma contínua a reflectância na banda do infravermelho e com isso os valores de NDVI (SIMÕES, et al. 2015).

Aos 30 DAI, como o gramado ainda estava no início do desenvolvimento, os valores de NDVI foram menores, entretanto, o tratamento de 50% da CC manteve valores maiores, sendo que fato semelhante ocorreu aos 90 DAI. Conforme consta na Tabela 4, o maior déficit adotado apresentou maior TCV, e com isso, houve maiores níveis de clorofila foliar, influenciando no aumento da densidade do gramado, refletindo nos valores de NDVI. Entretanto Ntoulas e Nektarios (2017) observaram redução dos valores de NDVI em grama *Paspalum vaginatum* com o aumento do

déficit hídrico. Ntoulas et al. (2012) trabalhando com gramado da mesma espécie do presente estudo, ao submeterem a grama a déficit hídrico, observaram com o passar do tempo, queda nos valores de NDVI, contudo, ao se utilizar um déficit mais severo os autores observaram valores de NDVI superiores aos valores dos tratamentos com maior disponibilidade hídrica. Efeito oposto foi observado por Ntoulas; Nektarios; Nydrioti (2013) em experimento de dois anos (2010 e 2011) em grama Zeon com dois regimes hídricos, onde o menor déficit utilizado, apresentou melhores resultados para os valores de NDVI (NTOULAS; NEKTARIOS; NYDRIOTI, 2013).

**Tabela 5 - Teste F do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020**

Teste F	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada		
	30	60	90
	Dias após a instalação do experimento		
	----- NDVI -----		
F dose	3,111*	0,461 <sup>ns</sup>	3,469*
F estresse	4,012*	0,139 <sup>ns</sup>	14,860**
F dose x estresse	0,272 <sup>ns</sup>	0,383 <sup>ns</sup>	1,921 <sup>ns</sup>
F bloco	26,067**	13,374**	12,242**
CV(%)	13,83	22,60	11,24
<b>Estresse hídrico</b>			
N1 – 80% CC	0.17 b	0.23 a	0,30 b
N2 – 50% CC	0.18 a	0.24 a	0,34 a
DMS	0,01	0,011	0,02

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%, ns- não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

O aumento dos valores de NDVI proporcionado pelas doses de ácido húmico aos 30 e 90 DAI foi evidenciado nas Figuras 10 e 11. Isso indica que com o aumento das doses de AH houve resposta positiva na massa da planta. Os maiores valores de NDVI encontrados para 30 e 90 dias foram de 0,19 e 0,34. O NDVI permite indicar as condições do gramado, ou seja, quanto mais próximo de 1, maior a biomassa e mais denso se encontra o gramado (NASCIMENTO et al., 2020). Aos 30 DAI, houve regressão linear positiva, com 1% de significância. Já aos 90 DAI a equação observada foi a quadrática, também com 1% de probabilidade. Independentemente dos resultados encontrados, o aumento das doses de AH proporcionou maiores valores do índice de vegetação por diferença normalizada, evidenciando que a qualidade do gramado aumentou com as doses de ácido húmico. Este fato pode ser



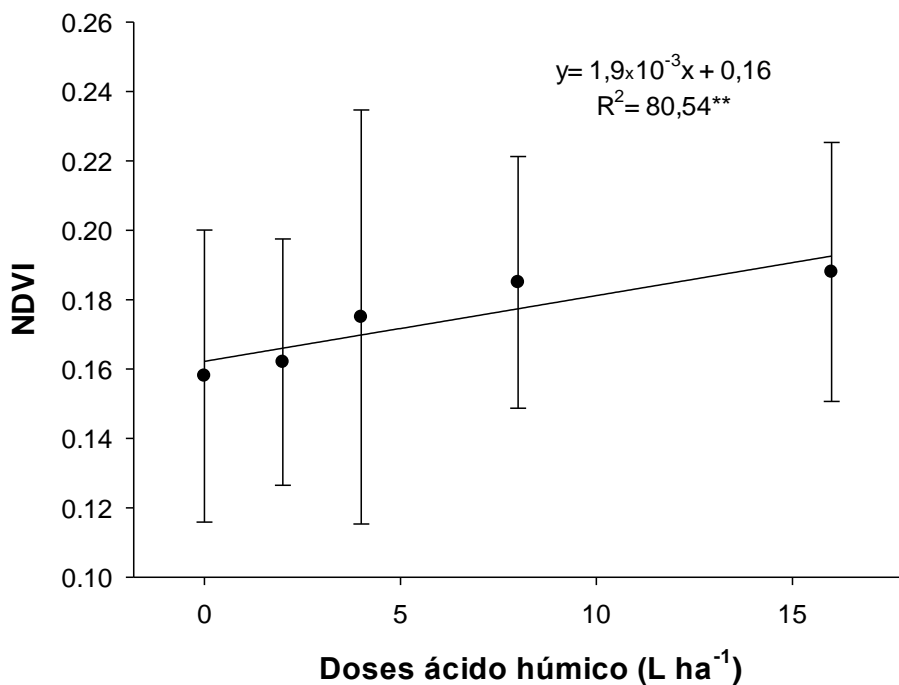
explicado, uma vez que, o efeito bioestimulante proporciona maior concentração de clorofila e biomassa vegetal, a absorção de nitrogênio é favorecida (ZHANG et al., 2020).

Caturegli et al., (2019), estimaram através de NDVI o status de N em híbrido de grama bermuda, e verificaram uma correlação positiva para coloração verde e teores de N nas folhas. Outros estudos como os de Ntoulas e Nektarios (2017), Marín et al. (2020) e Nascimento et al. (2020) correlacionaram o uso de NDVI para estimar a qualidade de gramado.

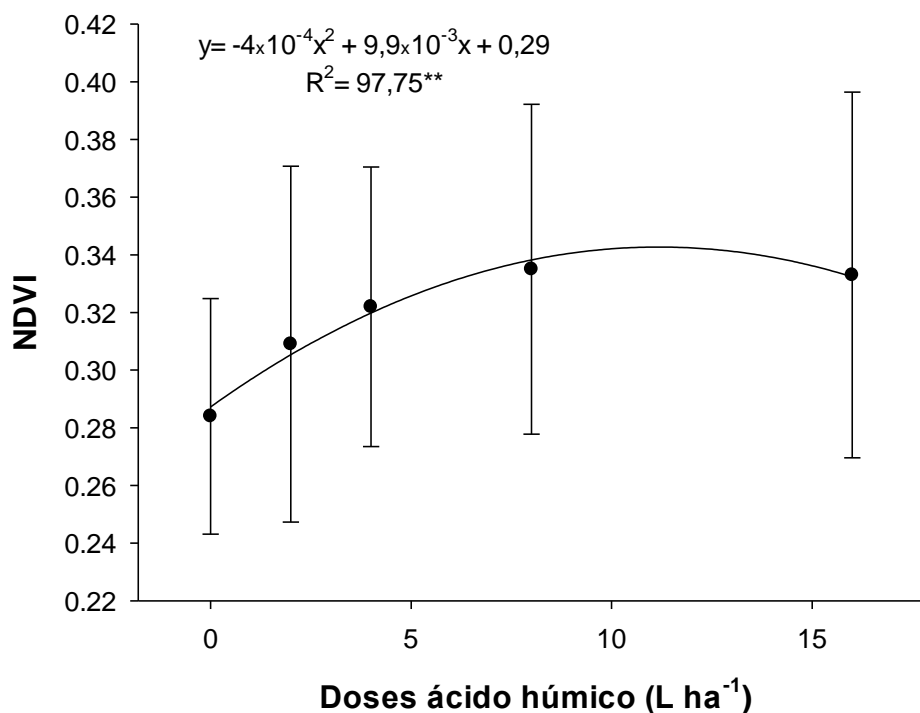
Os valores encontrados nas Figuras 10 e 11 podem indicar baixa qualidade do gramado, comparado com valores recomendados por Caturegli et al. (2015) e Fotia et al. (2018), que sugerem unidades entre 0,82 e 0,96 para gramados bem nutridos e desenvolvidos, respectivamente. Todavia, os resultados de NDVI podem variar entre espécies de grama (BREMER et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2020) e se a mesma já está bem estabelecida. Assim, verificou-se o desenvolvimento do gramado até os 90 dias, e até esse período o gramado não se encontrava totalmente “denso” (gramado fechado, sem falhas, sem solo exposto) e os resultados encontrados podem ser considerados coerentes com o período de desenvolvimento. Silva et al. (2020) observou para a grama bermuda Discovery<sup>TM</sup> valores de 0,4 a 0,6 (NDVI) em experimento com adubação foliar.

Apesar da equação que representa a resposta em NDVI às doses de AH aplicadas aos 30 dias ser linear e, portanto, a dose equivalente a 16L ha<sup>-1</sup> gerar melhor resposta, aos 90 dias a equação quadrática permitiu indicar uma dose ótima de 12,4 L/ha, a partir da qual há decréscimo do NDVI.

**Figura 10 - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 30 dias após a instalação do experimento. \*\*- significativo a 1%**



**Figura 11 - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\*- significativo a 1%**



A altura do gramado (Tabela 6) apresentou significância apenas aos 30 dias após a instalação do experimento, onde houve interação entre os fatores, indicando que o efeito da dose do ácido húmico foi diferenciado em função do estresse hídrico adotado.

Aos 30 dias, o tratamento de 80% da CC, o aumento das doses configurou em uma equação linear positiva, enquanto a 50% da CC foi observado uma equação quadrática com significância a 5%, ou seja, quanto maior a concentração de ácido húmico, menor o valor da altura do gramado.

Pode ser apresentada como hipótese para explicar o ocorrido que para o estresse de 50% CC a ação hormonal na planta, aliada ao aumento de doses de AH promoveu o aumento de área de crescimento da grama no vaso, em detrimento da sua altura. Esta hipótese encontra apoio no aumento de NDVI ocorrido com o aumento das doses. Nas plantas submetidas a 80% CC, o estímulo para o desenvolvimento vertical foi mais importante aumentando a altura das folhas em função das doses. Estas duas estratégias de resposta ao AH podem estar ligadas a mecanismos hormonais ativados com o maior ou menor nível de estresse. No entanto, é importante salientar que ambas formas de atuação hormonal foram favoráveis ao crescimento do gramado, sendo este resultado explicado pela ação do ácido húmico em estimular a produção do ácido indol acético, que é o hormônio vegetal responsável por esse crescimento (ZHANG; ERVIN, 2004; ZHANG et al. 2002; DU JARDIN 2015; ZHANG; GOATLEY, 2019).

É possível ainda sugerir que o gramado numa situação de estresse utilizou suas reservas para estimular o crescimento radicular.

Conforme descrito anteriormente, o tratamento de 80% da CC proporcionou maior desenvolvimento da altura do gramado (Figura 12), contudo segundo Santos et al. (2020) é essencial que gramados de *Zoysia* não tenham crescimento excessivo da parte aérea, uma vez que com isso, ocorre aumento para o custo da manutenção da estética da espécie o mesmo afirma Santos, Barcelos e Castilho (2016). Desta forma, uma irrigação com um déficit de 50% seria ideal para que o gramado não crescesse excessivamente durante esse período.

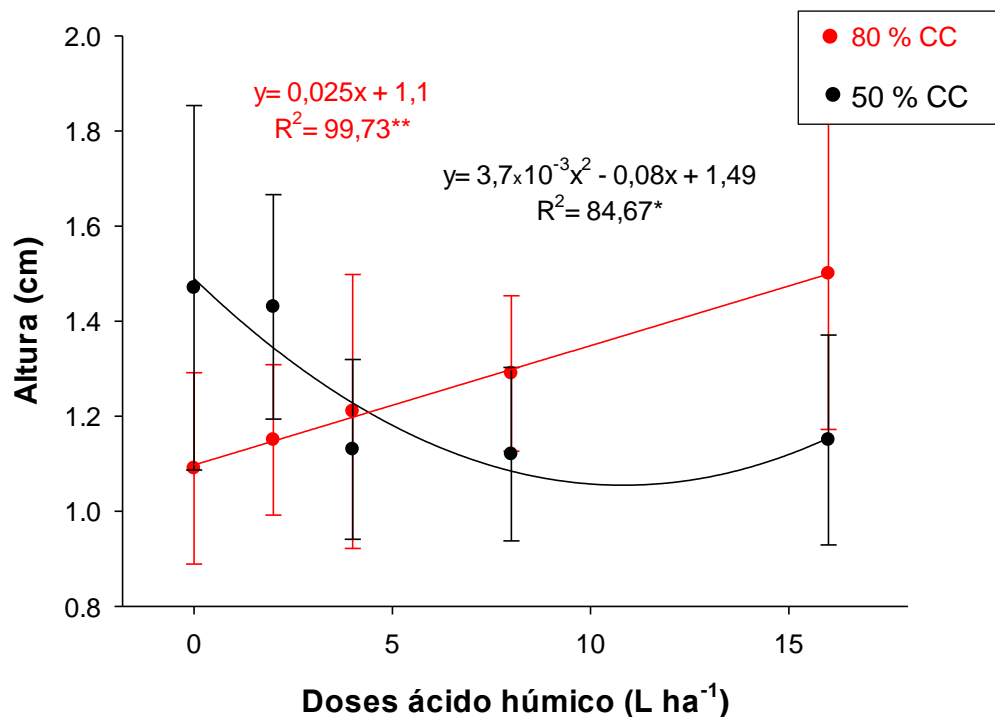
**Tabela 6 - Teste F da altura da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os níveis utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020**

Teste F	Altura	
	30	90
	Dias após a instalação do experimento	
	----- mm -----	
F dose	0,676 <sup>ns</sup>	0,268 <sup>ns</sup>
F estresse	0,030 <sup>ns</sup>	1,120 <sup>ns</sup>
F dose x estresse	3,895 <sup>**</sup>	1,227 <sup>ns</sup>
F bloco	0,897 <sup>ns</sup>	5,070 <sup>**</sup>
CV(%)	19,69	16,33
<b>Estresse hídrico</b>		
N1 – 80% CC	1,24 a	2,06 a
N2 – 50% CC	1,26 a	2,18 a
DMS	0,14	0,20

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* - significativo a 5%, \*\* - significativo a 1%, ns - não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

Kamimura, Godoy e Villas Bôas (2020) observaram valores de altura da parte aérea em torno de 1,5 cm para grama Zeon, quando manejada sem adubação, estando esses resultados mais próximos aos observados neste trabalho. É essencial destacar que o ácido húmico na dose em torno de 10,8 L ha<sup>-1</sup> quando irrigada a um déficit de 50% já seria suficiente para manter um bom desenvolvimento do gramado em até 30 dias, postos os resultados de clorofila (Figura 8) e sem crescimento excessivo em altura da parte aérea (Figura 12).

**Figura 12 - Altura da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico nos dois estresses hídricos aos 30 dias após a instalação do experimento. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%**



A massa seca da parte aérea variou significativamente com o estresse hídrico, sendo que 50% da CC gerou uma massa seca 12% maior que quando aplicado 80% da CC aos 30 dias. Aos 90 dias a diferença foi de 26% maior quando se utilizou o volume de água 50% da CC (Tabela 7).

O crescimento radicular pode ser prejudicado pelo efeito combinado da resistência do solo a penetração, baixa aeração e ao estresse hídrico (MORAES et al. 2016). A combinação destes fatores gerou um diferencial no crescimento das raízes dos gramados submetidos ao tratamento de 80% CC. Durante a coleta de plantas aos 30 DAI, observou-se em uma camada abaixo dos 10 cm da superfície nos vasos do tratamento de 80% CC, um acúmulo de umidade 66% maior que na camada superior. Possivelmente essa umidade elevada foi gerada pelo caminhamento de argila para esta camada, que foi de fato, mais intensa devido ao maior volume de água aplicado em relação ao tratamento onde foi aplicada água no volume equivalente a 50% CC. Este acúmulo de água, diminuiu as trocas gasosas em profundidade o que dificultou

o crescimento radicular e conseqüentemente a massa da parte aérea, gerando as diferenças observadas.

O caminhamento de argila pode ocorrer pela presença de íons dispersantes como o Na, porém quando se faz o peneiramento do solo, no sentido de remoção de material orgânico para a instalação de experimento em vaso, pode ocorrer uma alteração física do solo, o que favorece a desestruturação do mesmo e com o movimento de água, pode gerar esta variação no perfil do vaso, observada neste experimento.

Com isso os tratamentos com 50%CC apresentaram maior capacidade de desenvolver raiz e absorver água e nutrientes conforme observado por Andrade, 2016; Silva, 2016.

O maior acúmulo de massa seca, acarreta maior necessidade de corte de manutenção para manter uma excelente qualidade do gramado de *Zoysia*, e com isso aumenta o custo operacional (SANTOS; CASTILHO, 2015). No presente estudo, o déficit de 50% apresentou maior acúmulo de massa seca, todavia, com baixa altura (Tabela 5), justificado pelo maior crescimento lateral da grama. Esse fato, é desejado para gramados de *Zoysia* (SANTOS; CASTILHO e GAZOLA, 2019; SANTOS et al., 2020), ou seja, o tratamento de 50% CC conseguiu manter altas concentrações de clorofila, baixa altura e maior acúmulo de nutrientes.

Por se tratar de uma espécie cujas pesquisas ainda estão em andamento, não se tem um valor médio de produção de massa seca pelo gramado Zeon. Como a grama estava em crescimento, os resultados do presente estudo podem ser considerados adequados, posto que são resultados de apenas 30 dias de análise. Kamimura, Godoy e Villas Bôas (2020) encontraram resultados para *Zoysia Zeon*<sup>TM</sup> variando de aproximadamente 8 a 30 g m<sup>-2</sup> após 77 dias.

**Tabela 7 - Teste F da massa seca das aparas da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020**

Teste F	Massa seca	
	30	90
	Dias após a instalação do experimento	
	----- g vaso <sup>-1</sup> -----	
F dose	2,117 <sup>ns</sup>	0,271 <sup>ns</sup>
F estresse	11,942 <sup>**</sup>	18,884 <sup>**</sup>
F dose x estresse	0,431 <sup>ns</sup>	0,576 <sup>ns</sup>
F bloco	24,025 <sup>**</sup>	7,912 <sup>**</sup>
CV(%)	13,23	24,84
<b>Estresse hídrico</b>		
N1 – 80% CC	1,02 b	3,89 b
N2 – 50% CC	1,16 a	5,29 a
DMS	0,08	0,65

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%, ns- não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

Quanto ao desenvolvimento do sistema radicular, não se observou diferenças significativas quanto as doses de AH aplicadas, porém aos 30 DAI houve diferença com relação ao volume da raiz para os tratamentos de déficits, onde a aplicação de água no volume equivalente a 50%CC foi constatada maior volume de raiz (Tabela 8), efeito esse que pode estar relacionado a formação de uma camada saturada nos vasos com tratamento de 80%.

Aos 90 DAI as doses do ácido húmico apresentaram diferença estatística para o comprimento, peso seco e volume de raiz, enquanto os níveis adotados de estresse (50 e 80% da capacidade de campo) foram significativos nas massas seca e fresca e volume de raiz (Tabela 9). Contudo, não houve interação entre os fatores analisados, evidenciando que para as avaliações do sistema radicular, os tratamentos agem individualmente.

**Tabela 8 - Teste F da análise do sistema radicular da grama Zoysia Zeon™ (30 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020**

Teste F	Análise do sistema radicular			
	Comprimento	Peso úmido	Peso seco	Volume
	Cm	G	G	cm <sup>3</sup>
F dose	0,552 <sup>ns</sup>	1,899 <sup>ns</sup>	0,436 <sup>ns</sup>	2,303 <sup>ns</sup>
F estresse	0,400 <sup>ns</sup>	1,533 <sup>ns</sup>	0,435 <sup>ns</sup>	4,332 <sup>**</sup>
F dose x estresse	0,080 <sup>ns</sup>	0,180 <sup>ns</sup>	0,988 <sup>ns</sup>	0,166 <sup>ns</sup>
F bloco	1,670 <sup>ns</sup>	12,456 <sup>**</sup>	2,356 <sup>ns</sup>	4,186 <sup>**</sup>
CV(%)	12,47	19,67	18,29	17,94
<b>Estresse hídrico</b>				
N1 – 80% CC	20,13 a	3,11 a	0,58 a	1,87 b
N2 – 50% CC	20,59 a	3,34 a	0,60 a	2,08 a
DMS	1,46	0,36	0,06	0,20

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%, ns- não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

**Tabela 9 - Teste F da análise do sistema radicular da grama Zoysia Zeon™ (90 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu-SP 2020**

Teste F	Análise do sistema radicular			
	Comprimento	Massa fresca	Massa seca	Volume
	cm	g	g	cm <sup>3</sup>
F dose	2,649*	4,169 <sup>**</sup>	1,430 <sup>ns</sup>	4,284 <sup>**</sup>
F estresse	0,763 <sup>ns</sup>	6,560*	5,694*	5,168*
F dose x estresse	0,333 <sup>ns</sup>	0,034 <sup>ns</sup>	0,078 <sup>ns</sup>	0,314 <sup>ns</sup>
F bloco	3,628*	21,376 <sup>**</sup>	8,135 <sup>**</sup>	40,351 <sup>**</sup>
CV(%)	9,02	16,49	20,38	18,03
<b>Estresse hídrico</b>				
N1 – 80% CC	23,88 a	11,33 b	2,30 b	9,97 b
N2 – 50% CC	24,41 a	12,77 a	2,64 a	11,20 a
DMS	1,25	1,14	0,29	1,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%, ns- não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

O maior aumento no desenvolvimento do sistema radicular proporcionado pelo estresse hídrico de 50% da capacidade de campo, possivelmente se deve pelo estresse ocasionado a planta. Conforme descrito anteriormente, Lee (2014) afirma que uma menor disponibilidade hídrica é interessante para estimular o crescimento das raízes, e isso, a longo prazo, pode resultar em um gramado de melhor qualidade, com menor tempo de recuperação e com maior capacidade de absorver água e



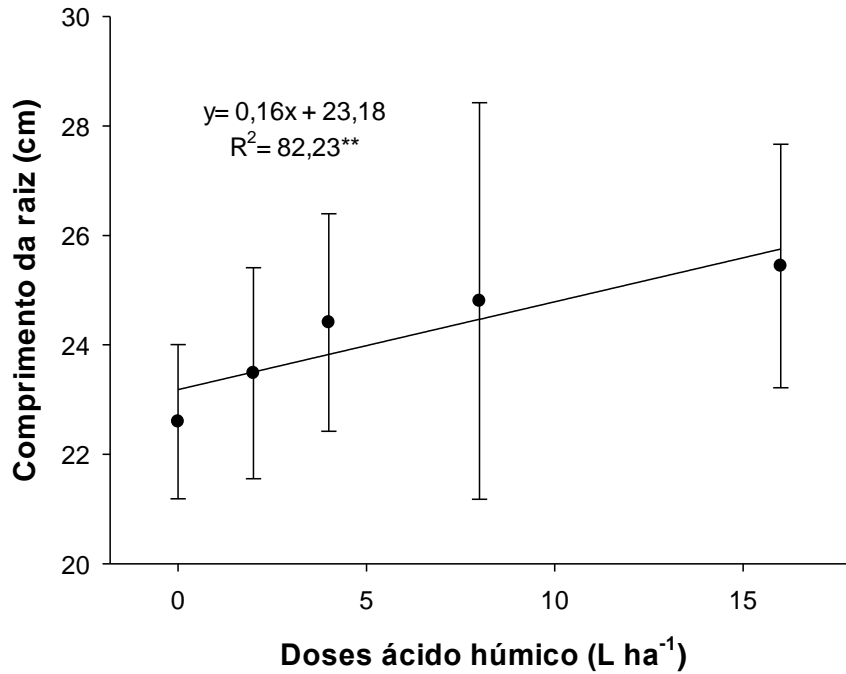
nutrientes (ANDRADE, 2016; SILVA, 2016). Isso corrobora com o presente estudo, posto os resultados do desenvolvimento do sistema radicular (Tabelas 8 e 9) e concentração de clorofila foliar (Tabela 3).

Ao avaliar os gráficos de regressão encontrados para comprimento (Figura 13), massa fresca (Figura 14) e volume de raiz (Figura 15) evidenciam-se comportamentos semelhantes, representados por equações lineares e significativas a 1%.

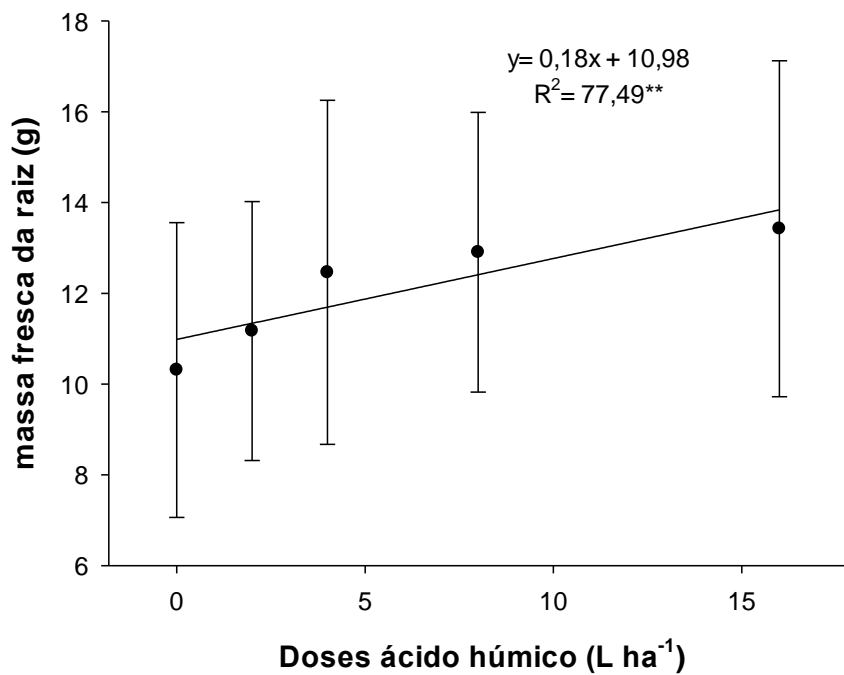
Conforme descrito na literatura, o ácido húmico promove maior desenvolvimento do hormônio de crescimento “auxina” (ácido indol acético) que atua principalmente no desenvolvimento radicular (ZHANG; ERVIN, 2004; ZHANG et al. 2020; DU JARDIN 2015; ZHANG; GOATLEY, 2019). As auxinas são transportadas até a coifa da planta e com isso são redistribuídas para os diferentes meristemas da raiz. Ao entrar na célula elas acidificam o meio e afrouxam as microfibrilas de celulosa, dessa forma a água começa a entrar no sistema. A célula inicia o processo de expansão e divisão celular e ocorre a geração de uma nova célula por meio de mitose, sendo todo esse processo chamado de “teoria do crescimento ácido” (TAIZ et al., 2020).

O maior desenvolvimento radicular proporcionado pelas doses de ácido húmico pode ser de grande interesse para um crescimento e desenvolvimento inicial de gramados do gênero *Zoysia*. Alguns trabalhos com gramados, também encontraram influência do ácido húmico no desenvolvimento do sistema radicular, corroborando com os resultados do presente estudo. Liu, Cooper e Bowman (1998) observaram excelentes respostas no desenvolvimento de raiz de Bentgrass na dose de 400 mg L<sup>-1</sup>, o mesmo foi constatado por Zhang et al. (2020) também para bentgrass, que concluíram que o ácido húmico aumentou o desenvolvimento do sistema radicular durante os meses de verão. Já Lindsey, Thoms e Christians (2020) não encontraram influência no desenvolvimento do sistema radicular em gramados de Bermuda e bluegrass com o uso de ácido húmico. Estas diferenças observadas podem estar relacionadas as condições de estresse ocorridas em cada um dos experimentos.

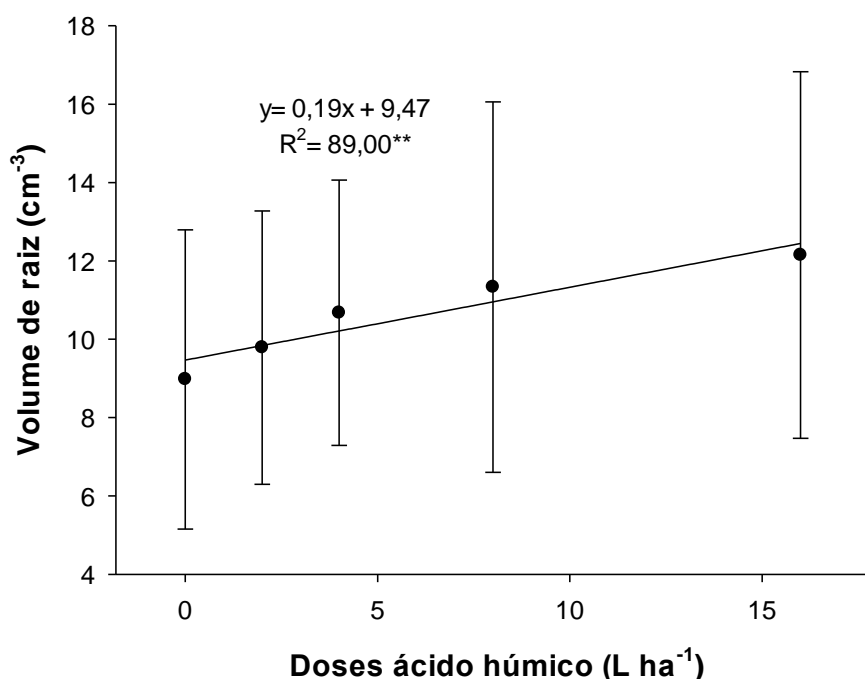
**Figura 13 - Comprimento da raiz da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\* - significativo a 1%**



**Figura 14 - Massa fresca da raiz da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\* - significativo a 1%**



**Figura 15 - Volume da raiz da grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\*- significativo a 1%**



Para os resultados do teor de macro nutrientes da parte aérea aos 30 DAI observa-se diferenças significativas nos valores de N e K para estresse hídrico (Tabela 10), onde a irrigação a 50% da CC apresentou maiores valores.

O maior teor de nitrogênio no estresse hídrico de 50% CC aos 30 DAI está de acordo com os resultados encontrados para as variáveis IRC e NDVI, Tabela 3 e 5 respectivamente, para o período em questão. Entretanto, mesmo que os teores de N para 80% da CC terem sido inferiores a 50%, ele está dentro da faixa estipulada por Godoy et al. (2012).

Segundo Lima (2015), o N é o nutriente requerido em maior quantidade pelas gramas, com influência nas características do gramado como coloração, massa seca da parte aérea, crescimento de estolões, rizomas e raízes, compondo parte de biomoléculas como proteínas, ácidos nucleicos, hormônios, etc. Godoy et al. (2012).

O K é o segundo nutriente mais exigidos pelas gramas (TURGEON, 2008). De acordo com Godoy et al. (2007), esse acúmulo de K pelo gramado irrigado a 50% da CC, pode estar relacionado com o papel do K em aumentar a tolerância das plantas à estresses, como a seca, ao frio e ao calor, desempenhando um papel importante na

regulação da abertura dos estômatos e absorção de água pelas raízes, influenciando o potencial osmótico das células Fry e Huang (2004).

**Tabela 10 - Teste F da análise nutricional para macro nutrientes da parte aérea da grama Zoysia Zeon™ (30 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu, 2020**

Teste F	Teor de macro nutrientes					
	30 DAI					
	g kg <sup>-1</sup>					
	N	P	K	Ca	Mg	S
F dose	0,54 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>
F estresse	4,51*	0,36 <sup>ns</sup>	9,29**	0,84 <sup>ns</sup>	2,92 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>
F dose x estresse	0,37 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	2,02 <sup>ns</sup>
F bloco	3,49*	0,23 <sup>ns</sup>	7,07**	0,79 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>ns</sup>
CV(%)	9,22	14,58	7,11	16,66	13,70	9,98
<b>Estresse hídrico</b>						
N1 – 80% CC	20,36b	2,93a	10,76b	2,72a	2,57a	2,30a
N2 – 50% CC	21,52a	2,86a	11,44a	2,84a	2,75a	2,38a
DMS	1,10	0,24	0,45	0,26	0,20	0,13

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%, ns- não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

Aos 90 DAI, apenas a irrigação mostrou diferença significativa para P, K e enxofre (S). As maiores médias para P e S foram observadas no tratamento como maior disponibilidade de água (80% CC) conforme descrito na Tabela 11.

De acordo com Godoy et al. (2012), dentre os macros nutrientes, o P é o exigido em menores quantidades pela grama, compondo assim como o N, moléculas relacionadas ao armazenamento, respiração, divisão celular, rigidez dos caules e transferência de energia Godoy e Villas Bôas (2003). Godoy e Villas Bôas (2006) relatam que a carência de fósforo tem impacto direto no crescimento do gramado, com redução no desenvolvimento de raiz e crescimento da parte aérea das plantas, contrapondo os resultados encontrados nessa pesquisa.

O enxofre faz parte da composição de aminoácidos (cisteína, cistina, metionina, taurina), presentes em todas as proteínas vegetais, além de ter relação indireta com a formação da clorofila (SFREDO e LANTMANN, 2007). O maior acúmulo de S pelo gramado quando submetido a 80% da CC pode estar relacionado com o fato do enxofre ser absorvido em maiores quantidades por fluxo de massa e somente uma pequena fração é absorvida por interceptação radicular (TAIZ et al. 2017),

necessitando, portanto, de maior disponibilidade hídrica para ser absorvido pelos cultivos.

**Tabela 11 - Teste F da análise nutricional para macro nutrientes da parte aérea da grama Zoysia Zeon™ (90 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu, 2020**

Teste F	Teor de macro nutrientes					
	90 DAI					
	g Kg <sup>-1</sup>					
	N	P	K	Ca	Mg	S
F dose	0,46 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>
F estresse	3,24 <sup>ns</sup>	20,19 <sup>**</sup>	26,31 <sup>**</sup>	2,85 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	5,00 <sup>*</sup>
F dose x estresse	1,04 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>
F bloco	4,03 <sup>**</sup>	5,33 <sup>**</sup>	2,66 <sup>*</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	2,62 <sup>ns</sup>
CV(%)	16,86	14,53	4,97	14,95	18,75	10,04
Estresse hídrico						
N1 – 80% CC	13,84a	2,74a	10,16b	3,48a	2,55a	2,02a
N2 – 50% CC	15,08a	2,28b	10,92a	3,24a	2,70a	1,89b
DMS	1,40	0,21	0,30	0,29	0,28	0,11

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* - significativo a 5%, \*\* - significativo a 1%, ns - não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

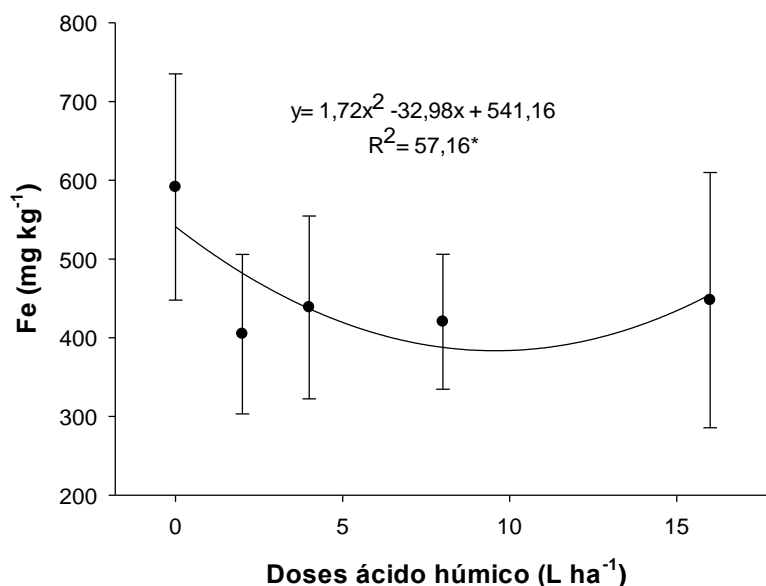
Aos 30 DAI, as doses de ácido húmico influenciaram apenas na absorção de ferro (Fe) pela grama, observando um efeito quadrático com 1% de significância (Figura 16). Já os teores de cobre (Cu) e Zinco (Zn) foram influenciados pelo estresse hídrico, conforme apresentado na Tabela 12. Já aos 90 DAI, observou somente efeito do estresse hídrico na absorção de Fe e Zn (Tabela 13).

O Fe é um micronutriente essencial para as plantas e está presente em processos fundamentais para o desenvolvimento da grama, participando fotossíntese, respiração, síntese de ácido desoxirribonucleico, hormônios e na síntese de clorofila (GODOY et al. (2012); JUCOSKI, et al. (2016)), estando o resultado próximos ao encontrado para altura do gramado no estresse de 50% da CC.

O Zn está diretamente envolvido na ativação enzimática como cofator, síntese de clorofila e essencial para a biossíntese do ácido 3-indol-acético (AIA) através da formação do triptofano Farias (2006). A AIA é a principal auxina encontrada nas plantas, produzida nos meristemas apicais e está ligada ao crescimento das raízes e caules das plantas através do alongamento e divisão das células do meristema (Teoria do crescimento ácido) (KUSS et al., 2007; TAIZ et al.2020), o que corrobora com os

resultados de para o melhor desempenho da grama Zoysia Zeon™ mesmo em condições de estresse hídrico.

**Figura 16 - Teor de ferro (Fe) na parte aérea de grama Zoysia Zeon™ em função de doses de ácido húmico aos 90 dias após a instalação do experimento. \*\*- significativo a 1%**



**Tabela 12 - Teste F da análise nutricional para micronutrientes da parte aérea da grama Zoysia Zeon™ (30 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu, 2020**

Teste F	Teor de micronutrientes				
	30 DAI				
	mg Kg <sup>-1</sup>				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F dose	0,69 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	4,97 <sup>**</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>
F estresse	0,89 <sup>ns</sup>	5,85 <sup>*</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	2,09 <sup>ns</sup>	30,94 <sup>**</sup>
F dose x estresse	0,50 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>
F bloco	0,14 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	5,43 <sup>**</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	3,92 <sup>**</sup>
CV(%)	19,58	11,24	23,11	12,36	12,68
<b>Estresse hídrico</b>					
N1 – 80% CC	12,64 <sup>a</sup>	9,00 <sup>b</sup>	446,36 <sup>a</sup>	95,60 <sup>a</sup>	27,96 <sup>b</sup>
N2 – 50% CC	13,32 <sup>a</sup>	9,72 <sup>a</sup>	474,64 <sup>a</sup>	100,56 <sup>a</sup>	34,16 <sup>a</sup>
DMS	1,45	0,60	61,06	6,95	2,26

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%, ns- não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

**Tabela 13 - Teste F da análise nutricional para micronutrientes da parte aérea da grama Zoysia Zeon™ (90 dias após a instalação do experimento) em função de doses de ácido húmico e estresses hídricos. E teste de média para os estresses utilizados no experimento. Botucatu, 2020**

Teste F	Teor de micronutrientes				
	90 DAI				
	mg Kg <sup>-1</sup>				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
F dose	0,49 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
F estresse	0,01 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	10,95 <sup>**</sup>	4,13 <sup>ns</sup>	7,16 <sup>*</sup>
F dose x estresse	0,28 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>
F bloco	2,62 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	3,31 <sup>*</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	2,73 <sup>*</sup>
CV (%)	23,3556	7,7800	28,8168	14,8995	18,3379
<b>Estresse hídrico</b>					
N1 – 80% CC	7,08a	7,68a	759,28b	60,80a	20,92b
N2 – 50% CC	7,04a	7,88a	996,04a	66,21a	24,04a
DMS	0,9459	0,7251	145,0794	5,4289	2,3646

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*- significativo a 5%, \*\*- significativo a 1%, ns- não significativo. CV. Coeficiente de Variação, CC. Capacidade de campo.

## 5 CONCLUSÕES

- Os resultados sugerem que aplicações de ácido húmico na dose de 12,4 L ha<sup>-1</sup> pode favorecer o desenvolvimento inicial do gramado de Zoysia Zeon™, em condições de estresse hídrico.
- Para o desenvolvimento inicial do gramado de Zoysia Zeon™, irrigações a 50% da capacidade de campo podem ser recomendadas para manutenção das taxas de desenvolvimento da grama.



## REFERÊNCIAS

- AALIPOUR, H.; NIKBAKHT, A.; GHASEMI, M. Morpho-Physiological and Biochemical Responses of Two Turfgrass Species to Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Humic Acid Under Water Stress Condition. **Journal Soil Sci Plant Nutr.**, v.20, p.566–576, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-019-00146-4>>. Acesso em: 24 ago. 2020.
- ADANI, F.; GENEVINI, P.; ZACCHEO, G.; ZOCCHI, G. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.3, p.561-575, 2008.
- ALMEIDA, A. M. **Crescimento da grama bermuda discovery™ irrigada por gotejamento subsuperficial, sob tensões de água no solo**. 2019. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.
- AMARAL, J. A.; CASTILHO, R. M. M.; HAGA, K. I. Efeito de diferentes condições de luminosidade e substratos no desenvolvimento inicial de grama bermuda. **Cultura Agrônômica**, v.25, n.3, p.291-302, 2016. Disponível em: <<https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2016v25n3p291-302>>. Acesso em: 23 ago. 2020.
- ANDRADE, T. F. **Desenvolvimento da grama bermuda Tifway em diferentes manejos de irrigação e de adubação**. 2016. 78f. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. **Disponível em:** <<http://hdl.handle.net/11449/144343>>. Acesso em: 20 set. 2020.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL. Sobre nós. 2020. Disponível em: <<https://gramalegal.com/sobre>>. Acesso em: 7 ago. 2020.
- BACKES, C.; LIMA, C. P.; VILLAS BOAS, R. L.; FERNANDES, D. M. Resultados de pesquisa sobre produção de grama: resistência e espessura de corte de tapetes. In: GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; BACKES, C.; VILLAS BOAS, R. L. Tópicos atuais em gramados II. Botucatu: Fundação de Pesquisa Agrícola e Florestais, FEPAF/UNESP/FCA, 2010, p. 82-91.
- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; GONTIJO, J. B.; OLIVEIRA, F. M.; GONÇALVES, J. Aclimatização de orquídea (*Cymbidium* sp.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos. **Ciência Rural**, v.44, n.5, p.830-833, 2014. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782014000500011&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000500011&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)> Acesso em: 31 de janeiro de 2021.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006, 625p.
- BEYER, K. M. M.; KALTENBACH, A.; SZABO, A.; BOGAR, S. JAVIER NIETO, F. MALECKI, K. M. Exposure to neighborhood green space and mental health:

evidence from the survey of the health of Wisconsin. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Barcelona, v. 11, n. 1, p. 3453-3472, 2014.

BRASIL, Instrução Normativa nº 61, de 8 de julho de 2020. Diário Oficial da União: **Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura**. ed. 134, seção 1, p.5, Brasília, 2020.

BREMER, D. J.; LEE, H.; SU, K.; KEELEY, S. J. Relações entre índice de vegetação de diferença normalizada e qualidade visual em gramados de estação fria: II. Fatores que afetam o NDVI e a refletância de seus componentes. **Crop Science**, v.51, n.5, p.2219, 2011. Disponível em: <<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci2010.12.0729>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

CAMPOS, A. R. M. **Influência das substâncias húmicas e diferentes disponibilidades de água no solo em soja**. 2020. 63f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.

CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ – Série Produtor Rural, n.58, 46f., 2015.

CARRIBEIRO, L. S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda**. 2010. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

CATUREGLI, L.; LULLI, F.; FOSCHI, L.; GUGLIELMINETTI, L.; BONARI, E.; VOLTERRANI, M. Turfgrass spectral reflectance: simulating satellite monitoring of spectral signatures of main C3 and C4 species. **Precision Agriculture**, v. 16, n. 3, p. 297-310, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-014-9376-3>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

CASTILHO, R. M. M.; FREITAS, R. C.; SANTOS, P. L. F. The turfgrass in landscape and landscaping. **Ornamental Horticulture**, v.26, n.3, p.499-515, 2020.

CATUREGLI, L.; GAETANI, M.; VOLTERRANI, M.; MAGNI, S.; MINELLI, A.; BALDI, A.; BRANDANI, G.; MANCINI, M.; LENZI, A.; ORLANDINI, S.; LULLI, F.; BERTOLDI, C.; DUBBINI, M.; GROSSI, N. Normalized difference vegetation index versus dark green colour index to estimate nitrogen status on bermudagrass hybrid and tall fescue. **International journal of remote sensing**, v.41, p.455-470, 2019. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01431161.2019.1641762>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

CHAVOUSHI, M.; NAJAFI, F.; SALIMI, A.; ANGAJI, S. A. Effect of salicylic acid and sodium nitroprusside on growth parameters, photosynthetic pigments and secondary metabolites of safflower under drought stress. **Scientia Horticulturae**, v. 259, 2020.

Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423819307095?via%3Dihub>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manoel, SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.1-11, 2009.

DINALLI, R.P.; BUZZETTI, S.; GAZOLA, R.N.; CASTILHO, R.M.M.; CELESTRINO, T.S.; DUPAS, E.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, R. C. Doses de nitrogênio e aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda.

**Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1875-1894, 2015. Disponível em:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/17900>>. Acesso em: 02 set. 2020.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories, and regulation. **Sci. Horticulture**, v.196, p.3-14, 2015.

ELANSARY, H. O.; YESSOUFOU, K.; ABDEL-HAMID, A. M. E.; EL-ESAWI, M. A.; ALI, H. M.; ALI, H. M.; ELSHIKH, M. S. Seaweed extracts enhance salam turfgrass performance during prolonged irrigation intervals and saline shock. **Frontiers in plant science**, v.8, p.1-14, 2017. Disponível em:

<<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00830/full>>. Acesso em: 15 out. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA Solos, 2018. 355 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212 p.

FAÇANHA, A.R.; FAÇANHA, A.L.O.; OLIVARES, F.L.; GURIDI, F.; SANTOS, G.A.; VELLOSO, A.C.X.; RUMJANEK, V.M.; BRASIL, F.; SCHRIPSEMA, J.; BRAZ-FILHO, R.; OLIVEIRA, M.A.; CANELLAS, L.P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FARIA, C. H. A. **Otimização do uso da água e do zinco na cana-de-açúcar em tabuleiro costeiro paraibano**. 2006. 163f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects Split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529-535, 2019. Disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso em: 12 nov. 2020.

FOTIA, K.; NTOULAS, N.; KOLIOPANOS, C.; TSIROGIANNIS, I. L.; NEKTARIOS, P. Utilization of reflectance indices to evaluate the impact of grey or recycled irrigation water on *Festuca arundinacea* turfgrass. **Acta horticulturae**, v. 1197, p. 103-108, 2018. Disponível em: <[https://www.actahort.org/books/1197/1197\\_14.htm](https://www.actahort.org/books/1197/1197_14.htm)>. Acesso em: 22 out. 2020.

FRY, J.; HUANG, B. **Applied turfgrass science and physiology**. Hoboken, New Jersey, Columbus, Ohio: Jhon Wiley & Sons, 2004.

GAZOLA, R. P. D. **Adubação Nitrogenada e Doses do Herbicida Glyphosate como Regulador de Crescimento em Grama Esmeralda**. 2017. 189f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017.

GAZOLA, R. P. D.; BUZETTI, S.; GAZOLA, R. N.; CASTILHO, R. M. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; CELESTRINO, T. S.; DUPA, E. Nitrogen dose and type of herbicide used for growth regulation on the green coloration intensity of Emerald grass. **Ciência Rural**, v.46, n.6, p.984-990, 2016. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782016000600984&lng=en&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000600984&lng=en&tlng=en)>. Acesso em: 22 out. 2020.

GAZOLA, R.P.D.; BUZETTI, S.; GAZOLA, R.N.; CASTILHO, R.M.M.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; CELESTRINO, T.S. Nitrogen fertilization and glyphosate doses as growth regulators in Esmeralda grass. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.12, p.930-936, 2019. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662019001200930&lng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662019001200930&lng=en)>. Acesso em: 22 out. 2020.

GEROLINETO, E. **Desenvolvimento da grama Esmeralda (*Zoisia japonica* STEUD) sob dois manejos de irrigação**. 2008. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapete de grama Santo Agostinho e Esmeralda**. 2005. 122f. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

GODOY, L.J. Turfs and turfgrasses in Brazil. **Ornamental Horticulture**, v.26, n.3, 2020 p.326-327, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2224>

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Calagem e Adubação para Produção de Tapetes de Grama. In: Simpósio sobre Gramados, 2006, Botucatu. Disponível em: <<http://infograma.com.br/sigra/sigra-i/>> Acesso em: 22 jan. 2021.

GODOY, L. J. G.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L. MARQUES, A. J. **Nutrição, adubação e calagem para produção de gramas**. 1. ed. Botucatu: FEPAF, 2012. 146 p.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; LIMA, C. P. Doses de nitrogênio e potássio na produção de grama esmeralda. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p.1326 – 1332, 2007.

- GREENGRASS. 2016. Zoysia Zeon™. Disponível em: < <http://www.greengrass.com.br/gramados/a/214>>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- GURGEL, R. A. G. Principais espécies e variedades de grama. In: Simpósio sobre Gramados, 2003, Botucatu. Disponível em: < <http://infograma.com.br/sigra/sigra-i/> > Acesso em: 22 jan. 2021.
- GURGEL, R. A. G. Tendências mundiais do mercado de gramas: manejo e uso das espécies. In: Simpósio sobre Gramados, 2012, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2012, p.133-148.
- ITOGRASS. 2020. Tipos de grama - Grama Geo Zoysia™. Disponível em: < <https://itograss.com.br/grama-geo-zoysia/> >. Acesso em: 8 out. 2020.
- ISMAEL FILHO, A.; BORGES, P. F.; ARAÚJO, L. S.; PEREIRA, A. R.; LIMA, E. M.; SILVA, L. S.; SANTOS JUNIOR, C. V. INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS SOBRE A EVAPOTRANSPIRAÇÃO. **Gaia Sciencia**, v.9, n.1, p. 62-66, 2015.
- JUCOSKI, G. O.; CAMBRAIA, J.; RIBEIRO, C.; OLIVEIRA, J. A. Excesso de ferro sobre o crescimento e a composição mineral em *Eugenia uniflora* L. **Revista Ciência Agrônômica**, v.47, n.4, p.720-728, 2016.
- KAMIMURA, L. M. T.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Fertirrigação e fertilizantes de liberação gradual para a implantação de gramado esportivo. **Revista Irriga**, v. 25, n. 1, p.184-201, 2020. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3909>>. Acesso em: 12 dez. 2020.
- KHODADADI, S.; CHEGINI, M. A.; SOLTANI, A.; NOROUZI, H. A.; HEMAYATI, S. S. Influence of Foliar-Applied Humic Acid and Some Key Growth Regulators on Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Under Drought Stress: Antioxidant Defense System, Photosynthetic Characteristics and Sugar Yield. **Sugar Tech**, v. 22, p.765–772, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12355-020-00839-6>>. Acesso em: 6 dez. 2020.
- KUSS, A. V.; KUSS, V. V.; LOVATO, T.; FLÔRES, M. L. Fixação de nitrogênio e produção de ácido indolacético in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.10, 2007.
- LEE, S. K. Irrigation frequency and nitrogen rates for tall fescue growth. **Weed & Turfgrass Science**, v.3, n.2, p.130-136, 2014. Disponível em: <<http://koreascience.or.kr/article/JAKO201420539022665.page>>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- LIMA, C. **Nutrição, produção e qualidade de tapetes de grama bermuda e esmeralda influenciados pela adubação nitrogenada**. 2009. 148f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2009.

LINDSEY, A. J.; THOMS, A. W.; CHRISTIANS, N. E. Kentucky bluegrass and bermudagrass rooting response to humic fertilizers during greenhouse establishment. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 5, p. 3396-3401, 2020. Disponível em: <<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/agj2.20199>>. Acesso em: 13 jan. 2021.

LIU, C.; COOPER, R. J.; BOWMAN, D. C. Humic Acid Application Affects Photosynthesis, Root Development, and Nutrient Content of Creeping Bentgrass. **HortScience**, v. 33, n. 6, p.1023-1025, 1998. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/33/6/article-p1023.xml>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

MAGNI, S.; POMPEIANO, A.; GAETANI, M.; CATUREGLI, L.; GROSSI, N.; MINELLI, A.; VOLTERRANI, M. Zoysiagrass (*Zoysia spp.* Willd.) for European lawns: A review. **Italian Journal of Agronomy**, v.12, n.925, p.395-402, 2017. Disponível em: <<https://www.agronomy.it/index.php/agro/article/view/925>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

MALAVOLTA, E.; VITTI, GC; OLIVEIRA, SA **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2020. CultivarWeb. Disponível em: <[http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em:07 jul. 2020.

MARÍN, J.; YOUSFI, S.; MAURI, P. V.; PARRA, L.; LLORET, J.; MASAGUER, A. RGB Vegetation Indices, NDVI, and Biomass as Indicators to Evaluate C3 and C4 Turfgrass under Different Water Conditions. **Sustainability**, v. 12, n. 6, p. 1-2, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2160>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

MATEUS, C. M. D. **Exportação de nutrientes pela grama bermuda tifdwarf utilizada em greens de campo de golfe**. 2011. 86 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

MCMAUGH, P. E.; LOCH, D. S.; HARRISON, P. G. Occurrence, Distribution, and Introduction of *Zoysia spp.* and their Management and Current Use in Australia. **International Turfgrass Society Research Journal**, v.13, n.1, p.26-39, 2017.

McCARTY, L.B. **Golf turf management**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2018. 760p.

MILESI, C., ELVIDGE, C. D., DIETZ, J. B., TUTTLE, B. T., NEMANI, R. R., & RUNNING, S. W. A strategy for mapping and modeling the ecological effects of US lawns. **Journal Turfgrass Manage**, v.1, n.1, p.83-97, 2005.

MONTANDON, L. M.; SMALL, E. E. The impact of soil reflectance on the quantification of the green vegetation fraction from NDVI. **Remote Sensing of Environment**. v.122, n. 4, p. 1835-1845, 2008.

MOTA, F. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; MATEUS, C. M. A. Sewage sludge compost in zoysia grass sod production. **Ambiente e Água**, v.14, n.1, 2019.

NASCIMENTO, M. V. L.; SANTOS, P. L. F.; COSTA, J. V.; MARTINS, J. T.; VILLAS BÔAS, R. L. Durability and concentration of organic colorant in the visual quality of Discovery TM bermudagrass. **Ornamental Horticulture**, v.26, n.4, p. 621-632, 2020. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2447-536X2020000400621&lng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2447-536X2020000400621&lng=en)>. Acesso em: 12 dez. 2020.

NTOULAS, N.; NEKTARIOS, P. A.; SPANEAS, K.; KADOGLOU, N. Semi-extensive green roof substrate type and depth effects on Zoysia matrella 'Zeon' growth and drought tolerance under different irrigation regimes. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 62, n. 1, p. 165-173, 2012. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09064710.2012.681391>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

NTOULAS, N.; NEKTARIOS, P.; NYDRIOTI, E. Performance of Zoysia matrella 'Zeon' in Shallow Green Roof Substrates under Moisture Deficit Conditions. **HortScience**, v. 48, n.7, p. 929-937, 2013. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/48/7/article-p929.xml>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

NTOULAS, N.; NEKTARIOS, P. A. *Paspalum vaginatum* NDVI when Grown on Shallow Green Roof Systems and under Moisture Deficit Conditions. **Crop Science**, v. 57, p. 147-160, 2017. Disponível em: <<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci2016.05.0381>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

OLIVEIRA, N. B.; OLIVEIRA, J. F. V.; SANTOS, P. L. F.; GAZOLA, R. P. D.; CASTILHO, R. M. M. Avaliação do estado nutricional de três gramados ornamentais em Ilha Solteira–SP: um estudo de caso. **Revista LABVERDE**, v.9, n.1, p. 96-119, 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/143802>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

PATTON, A. J.; REICHER, Z. J. Zoysiagrass Species and Genotypes Differ in Their Winter Injury and Freeze Tolerance. **Crop Science**, v.47, n. 4, 2007.

PATTON, A. J. Selecting Zoysiagrass Cultivars: Turfgrass Quality, Growth, Pest and Environmental Stress Tolerance. **Applied Turfgrass Science**, v. 6, n. 1, 2009.

PATTON, A. J.; SCHWARTZ, B. M.; KENWORTHY, K. E. Zoysiagrass (*Zoysia* spp.) History, utilization, and Improvement in the United States: A Review. **Crop Science**, v.57, n.1, 2017.

PETERSON, K., ARNOLD, K. S., BREMER, D. Custom Light Box for Digital Image Turfgrass Analysis. **K-State Turfgrass Research**, v.1, p. 89-91, 2011.

PINHEIRO, E. C.; MITTELMANN, A.; PIRES, E. S.; BORTOLINI, F.; SOUZA, F. D. Estabelecimento de gramados por mudas: velocidade de cobertura do solo. In: 21º Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, 2015, Pelotas. **Anais...** 2015. 4p.

PINHEIRO, M. A. B.; OLIVEIRA, A. L. M.; BORGES JÚNIOR, J. C. F.; OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, L. G. Reference evapotranspiration based on temperature in Minas Gerais state, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.43, 2019.

PIRES, C. F. S.; SIMONATO, A. L.; COSTA, M. V. C. G. Produção e comercialização de grama nativa e cultivada na região de São José do Rio Preto. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015.

PRATES, A. R.; SANTOS, P. L. F.; NASCIMENTO, M. V. L.; COSTA, J. V.; SILVA, P. S. T.; VILLAS BÔAS, R. L. Nitrogen doses in the development of Discovery™ Bermudagrass during winter. **Ornamental Horticulture**, v.26, n.3, 2020.

RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RICHARDSON, M. D.; KARCHER, D. E.; PURCELL, L. C. Quantifying turfgrass cover using digital image analysis. **Crop Science**, v. 41, n. 6, 2001.

RODRIGUES, L. U.; SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; SANTOS, A. C. M.; TAVARES, R. C. ácidos húmicos no desenvolvimento inicial de alfaca. **Pesquisa aplica & Agrotecnologia**, v.11, n.2, p.101-109, 2018. Disponível em: <[https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/download/4822/3685#:~:text=As%20aplica%C3%A7%C3%B5es%20de%20%C3%A1cidos%20h%C3%BAmicos,sec%20da%20ra%C3%ADz%20\(MSR\).](https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/download/4822/3685#:~:text=As%20aplica%C3%A7%C3%B5es%20de%20%C3%A1cidos%20h%C3%BAmicos,sec%20da%20ra%C3%ADz%20(MSR).>)> Acesso em: 31 de janeiro de 2021.

ROMERO, C. C.; DUKES, M. D. **Ornamental plant evapotranspiration and crop coefficient: literature review**. Gainesville: University of Florida, 2009. 10p.

ROSA, D. M.; NÓBREGA, L. H. P.; MAULI, M. M.; LIMA, G. P.; PACHECO, F. P. Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.2, 2017.

SANTOS, F. J. A.; NASCIMENTO, I. S.; ARAÚJO, L. R. Avaliação de diferentes substratos no cultivo de grama esmeralda. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína, v. 4, n. 6, p. 50-60, 2015. Disponível em:



<<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/geografia/article/download/1447/14900/>>. Acesso em: 22 set. 2020.

SANTOS, P. L. F. **Substratos no desenvolvimento da grama bermuda e subdoses de glyphosate como regulador de crescimento**. 2018. 69f. (Mestrado em Agronomia -Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2018.

SANTOS, P. L. F.; BARCELLOS, J.P.Q.; CASTILHO, R.M.M.; REIS, H.P.G. **Compactação de diferentes substratos antes e após a implantação de um gramado ornamental**. Revista do Agronegócio – Reagro, v. 05, n. esp., p. 01-13, 2016.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Relação entre teor de clorofila e nitrogênio foliar em grama esmeralda cultivada em substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 2, p. 51-54, 2015.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Substrates in the development of a sports turfgrass “Tifton 419”. **Ornamental Horticulture**, v.24, n.4, p.138-144, 2018.

Disponível em:

<<https://ornamentalhorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/1155>>. Acesso em: 12 set. 2020.

SANTOS, P.L.F.; CASTILHO, R.M.M.; GAZOLA, R.P.D. Pigmentos fotossintéticos e sua correlação com nitrogênio e magnésio foliar em grama bermuda cultivada em substratos. **Acta Iguazu**, v.8, n.1, p.92-101, 2019.

SANTOS, P.L.F.; SILVA, P.S.T.; MATOS, A.M.S.; ALVES, M.L.; NASCIMENTO, M.V.L.; CASTILHO, R.M.M. Aesthetic and sensory quality of Emerald grass (*Zoysia japonica*) as a function of substrate cultivation and mineral fertilization. **Ornamental Horticulture**, v.26, n.3, p.381-389, 2020. Disponível em:

<[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2447-536X2020000300381&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2447-536X2020000300381&tlng=en)>. Acesso em: 13 set. 2020.

SCHIEBELBEIN, L. M. **Atributos físicos do solo e cobertura de inverno sobre a disponibilidade de água e os componentes de rendimento do milho**. 2017. 235f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2017.

SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F. Enxofre: nutrientes necessários para maiores rendimentos da soja. In: **Embrapa Soja**. Londrina, 2007, 6p. (Embrapa Soja. Documento, 53).

SILVA, D. F. Análises quantitativas e qualitativas do crescimento e desenvolvimento da grama-batatais e grama-esmeralda em diferentes lâminas de irrigação. 2004. 62f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SILVA, D. F.; OLIVEIRA, R. A.; COSTA, L. C.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R. Influência de Lâminas de Irrigação na Produção de Matéria Seca da Grama Esmeralda. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n.1, p. 07-14, 2007.

SILVA, P. S. T.; ZABOTTO, A. R.; SANTOS, P. L. F.; NASCIMENTO, M. V. L.; TAVARES, A. R.; VILLAS BÔAS, R. L. Regrowth and ornamental traits of bermudagrass fertilized with sewage sludge. **Ornamental Horticulture**, v. 26, n. 3, p. 390-398, 2020. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2447-536X2020000300390&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2447-536X2020000300390&tlng=en)>. Acesso em: 15 jul. 2020.

SILVA, T. B. G. **Desenvolvimento da grama Tifton 419 submetida a distintos manejos de adubação e irrigação**. 2016. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

SILVA, T. Uso de Biorreguladores e Bioestimulantes na Agricultura. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

SIMÕES, C. R.; ROSSIELLO, R. O. P.; GRACIOSA, M. G.; MACHADO, M. L.; SILVA, C. F. Imagens multiespectrais para avaliação de índice de área foliar e massa seca o capim 'Tifton 85', sob adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.45, n.4, 2015.

SOD SOLUTIONS, 2021. Shop Zeon™ Zoysia Online. Disponível em: <<https://sodsolutions.com/sod-delivery/buy-sod/zeon-zoysia-grass/>>. Acesso em: 06 fev. 2021.

STONE, K.; BAUER, P. J. Variable Rate Irrigation Management Using NDVI. *In*: Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Precision Agriculture, 2018, Montreal. **Anais online...**, Montreal: 2018. Disponível em: <<https://www.ispag.org/proceedings/?action=download&item=4970>>. Acesso em: 14 de jan. 2021.

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

TEIXEIRA, N. T.; HERRERA, F. B. Ácidos húmicos e fúlvicos e algas marinhas em feijoeiro e milho. **Agroceres**, v.5, n.2, 2018.

TURGEON, A. J. **Turfgrass Management**. 8 ed., Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio: Pearson Prentice Hall, 2007.

TREVISAN, S.; BOTTON, A.; VACCARO, S.; VEZZARO, A.; QUAGGIOTTI, S.; NARDI, S. Humic substances affect *Arabidopsis* physiology by altering the expression of genes involved in primary metabolism, growth and development. **Environmental and Experimental Botany**, v.74, p.45-55, 2011.

TREVISAN, S.; PIZZEGHELLO, D.; RUPERTI, B.; FRANCIOSO, O.; SASSI, A.; PALME, K.; QUAGGIOTTI, S.; NARDI, S. Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive *IAA19* gene and DR5 synthetic element in *Arabidopsis*. **Plant Biology**, v.12, n.4, p.604-614, 2010.

VILLAS BOAS, R. L.; GODOY, L. J. G.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; CARRIBEIRO, L. S. Sod production in Brazil. **Ornamental Horticulture**, v.26, n.3, p.516-522, 2020. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2447-536X2020000300516&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2447-536X2020000300516&tlng=en)>. Acesso em: 12 jul. 2020.

WHERLEY, B. G.; SKULKAEW, P.; CHANDRA, A.; GENOVESI, A. D.; ENGELKE, M. C. Low-input performance of zoysiagrass (*Zoysias* spp.) cultivars maintained under dense tree shade. **HortScience**, v.46, n.7, p.1033-1037, 2011. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/46/7/article-p1033.xml>>

ZANON, M. E. O mercado de gramas no Brasil, cadeia produtiva, situação e perspectivas. In: Simpósio sobre gramados, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Departamento de recursos naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003.

ZANON, M.E.; PIRES, E.C. Situação atual e perspectivas do mercado de grama no Brasil. In: GODOY, L.J.G.; MATEUS, C.M.D'A.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R.L. In: Simpósio sobre gramados, 2010, Botucatu. **Anais...** Botucatu: 2010. p.47-53.

ZHANG, X.; ERVIN, E.H.; SCHMIDT, R.E. Physiological effect of liquid applications of a seaweed extract and a humic acid on creeping bentgrass. **Journal Am. Soc. Hortic. Sci.**, v.128, n.4, p.492–496, 2003.

ZHANG, L.; GAO, M.; ZHANG, L.; LI, B.; HAN, M.; ALVA, A. K.; ASHRAF, M. Role of exogenous glycinebetaine and humic acid in mitigating drought stress-induced adverse effects in *Malus robusta* seedlings. **Turkish Journal of Botany**, v.37, p. 920-929, 2013. Disponível em: <<https://journals.tubitak.gov.tr/botany/issues/bot-13-37-5/bot-37-5-13-1212-21.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2020.

ZHANG, X.; GOATLEY, M. Evaluating effects of humic and fulvic acids for improving creeping bentgrass putting green quality and root growth during summer stress. **J. VA Turfgrass Council**, v.1, p. 26-28, 2019.

ZHANG, X.; ERVIN, E. H. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. **Crop Science**, v.44, p.1737-1745, 2004. Disponível em: <<https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci2004.1737>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

ZHANG, X.; GOATLEY, M. M.; MCCALL, D.; REITH, F. Humic acids-based biostimulants impact on root viability and hormone metabolism in creeping bentgrass

putting greens. **International turfgrass society research journal**, v.1, p.1-19, 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/its2.37>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ZHANG, X.; WANG, K.; ERVIN, E. H. Optimizing dosages of seaweed extract based cytokinins and zeatin riboside for improving creeping bentgrass heat tolerance. **Crop Science**, v.50, p.316-320, 2010. Disponível em: <<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci2009.02.0090>>. Acesso em: 15 jan. 2021.