

LUCIANA MAIRA TIBÃES KAMIMURA

**FERTIRRIGAÇÃO OU FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO GRADUAL NO MANEJO DE
GRAMADOS ESPORTIVOS**

Botucatu

2019

LUCIANA MAIRA TIBÃES KAMIMURA

**FERTIRRIGAÇÃO OU FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO GRADUAL NO MANEJO DE
GRAMADOS ESPORTIVOS**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Leandro José Grava de Godoy

Coorientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Botucatu

2019

K15f	Kamimura, Luciana Maira Tibães Fertirrigação ou fertilizantes de liberação gradual no manejo de gramados esportivos / Luciana Maira Tibães Kamimura. -- Botucatu, 2019 87 p. : il., tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu Orientador: Leandro José Grava de Godoy Coorientador: Roberto Lyra Villas Bôas 1. Adubação. 2. Zoyzias. 3. Bermudas. 4. Campos esportivos. I. Título.
------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor (a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **"FERTIRRIGAÇÃO OU FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO GRADUAL NO MANEJO DE GRAMADOS ESPORTIVOS"**

AUTORA: LUCIANA MAIRA TIBÃES

ORIENTADOR: LEANDRO JOSE GRAVA DE GODOY

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


Prof. Dr. LEANDRO JOSE GRAVA DE GODOY
Coordenador de Curso / UNESP - Câmpus de Registro


Prof. Dr. CLAUDINEI PAULO DE LIMA
Solos / Faculdades Integradas de Ourinhos


Prof. Dr. MARCELO VIEIRA FERRAZ
Engenharia Agrônoma / UNESP / Registro/SP

Botucatu, 23 de agosto de 2019.

*Às minhas queridas avós por todo amor, carinho,
educação, motivação, perseverança, conversas, e
ensinamentos durante todos esses anos*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo apoio durante todo percurso.

Ao meu marido, Kazu Kamimura, pela motivação, companheirismo, paciência e suporte.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leandro José Grava de Godoy, pela paciência, ensinamentos e incentivo.

Ao Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, pelo apoio e ensinamentos durante o mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, concedido por meio de bolsa de mestrado.

Aos meus irmãos e amigos, pelas risadas, suporte, amizade, motivação, e por me ajudar a seguir em frente.

À Wendy, por ter se tornado minha grande companheira em todos os momentos, tornando meus dias melhores.

Ao Daniel Tapia, pelos conselhos e informações concedidas durante a graduação e pós-graduação.

Aos funcionários da FEPE e do Departamento de Solos e Recursos Naturais, em especial ao Jair, Noel, Felipe, Adriana, e Antônio, pelos conselhos, e suporte para realização do experimento.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – FCA/UNESP - Irrigação e Drenagem, pelas contribuições e ensinamentos.

Aos integrantes do grupo UNESPGRASS, em especial Edhielle Soares e Camila Nunes, pela ajuda durante o experimento.

À Word Sports, pelas informações necessárias para realização da dissertação.

Às empresas Rain Bird® e Itograss®, pelo fornecimento de materiais para o experimento.

À todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para o desenvolvimento do experimento.

“N3o deixe que os seus medos tomem o lugar dos seus sonhos”.

Walt Disney

RESUMO

O gramado esportivo requer cuidados cautelosos para apresentar bom desenvolvimento e “jogabilidade”. O tipo de fertilizante e a forma de aplicação deste interferem diretamente em sua qualidade, para isso, é necessário obter informações sobre o método mais adequado da adubação. O objetivo com o presente trabalho foi de comparar fertilizantes de liberação gradual, e fertirrigação, com a adubação convencional à fim de obter maior qualidade de grama Zeon e Celebration. O experimento foi conduzido na área experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA/UNESP, Campus de Botucatu (SP). O delineamento foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com grama Zeon e Celebration, como parcela principal, e cinco manejos de adubação (1. sem adubação; 2. fertirrigação; 3. adubação com fertilizantes convencionais; 4. adubação com fertilizante de liberação lenta; 5. adubação com fertilizante de liberação controlada), nas subparcelas, e quatro repetições, no período de janeiro a junho, sendo realizadas as avaliações a cada quinze dias. As características avaliadas foram a Taxa de Cobertura Verde (TCV), Índice de Coloração Verde Escuro (ICVE), Índice de Grama, Índice de Clorofila, altura, Fitomassa de Matéria Seca (MS), matéria seca do estolão e rizoma e da raiz, comprimento da raiz, química do solo, solução do solo, e o teor e exportação de nutrientes do gramado. Os diferentes manejos de adubação apresentaram comportamento distintos entre si e entre as cultivares de grama. A grama Zeon apresentou maior crescimento, porém, a Celebration obteve maior coloração verde escuro e acúmulo de nutrientes.

Palavras-chave: Adubação. Zoyzias. Bermudas. Campos esportivos

ABSTRACT

The sports turfgrass requires cautious care to show good development and "playability". The type of fertilizer and the way of application of this fertilizer directly interfere in its quality, for this, it is necessary to obtain information on the most appropriate method of fertilization. The objective of the present work was to compare fertilizers of gradual liberation and fertirrigation with the conventional fertilization in order to obtain higher quality of Zeon grass or Celebration grass, as well as its economical viability. The experiment was conducted in the experimental area of the Faculty of Agronomic Sciences - FCA / UNESP, Botucatu Campus (SP). The design was in randomized blocks, in subdivided plots, with Zeon grass and Celebration grass, as main plot, and five managements of fertilization (1. without fertilization, 2. fertirrigation, 3. fertilization with conventional fertilizers, 4. fertilization with fertilizer of 5. fertilization with controlled release fertilizer), in the subplots, and four replications, from January to June, with the evaluations being carried out every fifteen days. The results were evaluated using the Green Index Rate (TCV), Dark Green Color Index (ICVE), Grass Index, Chlorophyll Index, height, Dry matter Phytomass (DM), stolon dry matter and rhizome and root, root length, soil chemistry, soil solution, and the content and export of nutrients from the lawn. The different fertilization managements presented different behavior among themselves and among the grass cultivars. Zeon grass showed higher growth, but Celebration had higher dark green color and nutrient accumulation.

Keywords: Fertilization. Zoyzias. Bermuda. Sports fields.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das análises químicas do solo da área experimental, antes da aplicação dos tratamentos - Botucatu, SP, 2019	26
Tabela 2 – Resultados das análises químicas do solo da área experimental, após aplicação dos tratamentos - Botucatu, SP, 2019.....	26
Tabela 3 – Doses da adubação de liberação controlada (1), adubação de liberação lenta (2), fertirrigação (3) e adubação convencional	29
Tabela 4 – Resumo da análise de variância da Taxa de Cobertura Verde (TCV) de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, 119, 134, 148, 161, 175, 188, e 202 dias após o plantio - Botucatu, SP, 2019.....	36
Tabela 5 – Resumo da análise de variância do Índice de Cor Verde Escuro (ICVE) de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, 119, 134, 148, 161, 175, 188, e 202 dias após o plantio - Botucatu, SP, 2019.....	39
Tabela 6 – Resumo da análise de variância do do Índice de Grama de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, 119, 134, 148, 161, 175, 188, e 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	40
Tabela 7 – Resumo da análise de variância da Medida Indireta de Clorofila de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, e 105 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	43
Tabela 8 – Resumo da análise de variância da Medida Indireta de Clorofila de grama Zeon e Celebration aos 119, 134, 148, 161, 175, 188, e 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	43
Tabela 9 – Resumo da análise de variância da altura de grama Zeon e Celebration dos 64 aos 202 DAP - Botucatu, SP, 2019.....	45

Tabela 10 – Resumo da análise de variância do Acumulo de Fitomassa Seca das Aparas de grama Zeon e Celebration dos 64 aos 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	48
Tabela 11 – Resumo da análise de variância matéria seca do estolão e rizoma e da raiz de grama Zeon e Celebration aos 203 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	50
Tabela 12 – Resumo da análise de variância do comprimento da raiz de grama Zeon e Celebration aos 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	50
Tabela 13 – Resultados das análises químicas do solo da área experimental, antes da aplicação dos tratamentos - Botucatu, SP, 2019.....	57
Tabela 14 – Resultados das análises químicas do solo da área experimental, após aplicação dos tratamentos - Botucatu, SP, 2019.....	57
Tabela 15 – Resumo da análise de variância da química do solo de grama Zeon e Celebration aos 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	62
Tabela 16 – Resumo da análise de variância da condutividade na solução do solo de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	65
Tabela 17 – Resumo da análise de variância do pH na solução do solo de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	67
Tabela 18 – Resumo da análise de variância do nitrato na solução do solo pela grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	69
Tabela 19 – Resumo da análise de variância do teor de potássio na solução do solo de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.....	70
Tabela 20 – Resumo da análise de variância do teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, e 90 dias após plantio plantio (DAP) - Média das três avaliações, - Botucatu, SP, 2019.....	72

Tabela 21 – Resumo da análise de variância do teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration aos 105, 119, 134, e 148 dias após plantio (DAP) - média das quatro avaliações - Botucatu, SP, 2019.....	75
Tabela 22 – Resumo da análise de variância do teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration aos 161, 175, 188, 202 dias após plantio (DAP) - média das quatro avaliações - Botucatu, SP, 2019.....	77
Tabela 23 – Resumo da análise de variância da exportação total de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration - Botucatu, SP, 2019.....	80

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	21
CAPÍTULO 1 - FERTIRRIGAÇÃO OU FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO GRADUAL PARA O CRESCIMENTO E QUALIDADE DE GRAMADOS ESPORTIVOS.....	24
1.1 INTRODUÇÃO.....	24
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
REFERÊNCIAS	53
CAPÍTULO 2 - FERTIRRIGAÇÃO OU FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO GRADUAL PARA NUTRIÇÃO DO SOLO DE GRAMADOS ESPORTIVOS.....	55
2.1 INTRODUÇÃO.....	55
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
REFERÊNCIAS.....	83
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
REFERÊNCIAS.....	86

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil têm expandido a prática do golfe, e, com isso, vêm ampliando e difundindo conhecimento sobre operações e manutenções para manter o gramado com a qualidade requerida a um bom jogo. Além disso, o esporte tem importância econômica e, segundo a Golfe Tur (2017), o Brasil tem futuro promissor para os negócios, pois entre competições, equipamentos, receitas de clubes, viagens, entre outros, movimenta em torno de R\$ 100 milhões por ano. Porém, esse valor é ainda pouco em termos mundiais que, segundo o mesmo autor, movimentam US\$ 350 bilhões.

Um campo de golfe de 18 buracos pode ocupar uma superfície de área entre os 50 a 60 hectares (ha), em que é distribuído em: tees (cerca de 1 ha), greens (aproximadamente 1,5 ha), fairways (maior área que constitui o campo, contendo cerca de 24 ha); e os obstáculos como lagos (5 ha) e bunkers (1 ha) (Marín, 2004). Essas áreas requerem necessidades diferentes de adubação, tendo maior exigência nutricional e de irrigação nas áreas de tee, greens, e fairways, respectivamente. Deste modo, verifica-se analisar a demanda de nutrientes que cada área requer de acordo com a cultivar utilizada.

A Celebration é uma bermuda comum (*Cynodon dactylon*) selecionada na Austrália e lançada no mercado em 2000. De acordo com Gurgel (2012), em estudos realizados no Texas utilizando diferentes cultivares de grama em condição de seca, as gramas bermudas apresentaram maior tolerância ao estresse hídrico em relação às demais. Dentre as bermudas, a Celebration apresentou maior coloração verde e por período mais longo que as outras variedades, tendo também maior recuperação após restabelecimento da irrigação.

A *Zoysia matrella* “Zeon”, desenvolvida pela Bladerunner Farms em Poteet, Texas, possui como principais características a tolerância ao sombreamento e à seca, folhas com lâminas finas e postura vertical, vigorosa produção de raízes, estolões e rizomas, coloração verde intensa, e estolões e comprimento de entrenós curtos (GREEN GRASS, 2017). Essa cultivar requer poucos insumos, principalmente água e fertilizantes (AYLWARD, 2016). Possui extenso sistema radicular que, aliado a alta incidência de estolões e ao vigoroso crescimento dos rizomas, produz uma grama densa e compacta que se recupera rapidamente da seca, sendo adequada para estação quente (GREEN GRASS, 2017;

AYLWARD, 2016). Sendo utilizada para campos de golfe em tees, roughs e fairways por sua jogabilidade e cor, a Zeon foi selecionada para os jogos Olímpicos de 2016 no Rio de Janeiro, onde pode ser observado adaptabilidade ao clima brasileiro.

A adubação nitrogenada e a irrigação permitem melhor coloração do gramado, bem como sua densidade e textura, fatores estes que influenciam a qualidade da grama (QUIROGA-GARZA et al., 2001).

A fertirrigação é um sistema que vem sendo utilizado devido à capacidade de redução da quantidade de operações no campo, diminuindo custos e apresentando alta eficiência de aplicação. Além disso, proporciona melhoria na absorção de nutrientes, nutrindo o gramado de forma mais rápida e uniforme por sua forma em que é aplicada. Com a necessidade de diminuição de custos e formas mais rápidas e eficazes de operação, a fertirrigação tem expandido em diversas culturas, inclusive na produção e manutenção dos gramados.

A fertirrigação consiste na aplicação dos adubos juntamente com a água de irrigação (DUENHAS et al., 2002), podendo favorecer uma boa aproximação do ritmo de absorção de água e de nutrientes pela planta (VILLAS BÔAS et al., 2000), e possibilita maior parcelamento dos adubos, o que pode reduzir as perdas comuns nas outras formas de adubação (SOUZA et al., 2003), aumentando a eficiência na utilização dos adubos pelas plantas (DUENHAS et al., 2002).

Em relação ao tipo de sistema a ser utilizado pela fertirrigação, a aspersão possui vantagem em relação à irrigação localizada, muito utilizada para a fertirrigação em algumas culturas, em respeito à velocidade da água nas tubulações de distribuição, o que diminui a sedimentação das partículas sólidas conduzidas pela água e com isso, há menores riscos de obstrução das tubulações e dos emissores (VILLAS BÔAS; GODOY, 2004). Porém, além da necessidade do sistema de aspersão estar bem dimensionado, deve-se atentar a velocidade do vento, pois estes quando maior que 4 m s^{-1} prejudicam na uniformidade de aplicação.

O excesso de água e fertirrigação, cortes curtos, compactação do solo e acúmulo de *thatch* são fatores responsáveis para a formação de sistemas radiculares rasos (GIACOIA NETO, 2004). O manejo inadequado da fertirrigação somado a altas doses de fertilizantes e a falta de chuvas fomentadora da lixiviação do excesso de sais aplicados, pode favorecer a salinização dos solos, o que prejudica o rendimento de culturas sensíveis (DIAS;

DUARTE; GHEYI; SOARES, 2005).

Outra forma de minimizar gastos seria com o uso de fertilizante de liberação controlada, reduzindo também o risco de queima do gramado (AMARAL e CASTILHO, 2012). Com o avanço da tecnologia foi possível criar fertilizantes inteligentes de liberação lenta e de liberação controlada que liberam aos poucos o nutriente a ser absorvido pela planta. A diferença entre esses dois tipos de liberação se dá pela primeira não ser revestida, como os de liberação controlada, bem como as diferenças nos custos, já que estes últimos costumam ter um preço mais elevado devido ao formato e a porção de revestimento no procedimento da fabricação (NAZ; SULAIMAN, 2016).

Fertilizantes de liberação lenta ou controlada podem liberar o N gradualmente, devido à sua fórmula química, tais como o metileno ureias, ou eles podem ter a liberação controlada devido um revestimento físico, tal como a ureia revestida de resina (GUERTAL; FRANK, 2012).

O adubo de liberação lenta possui benefício de minimizar perdas de nutrientes em relação aos adubos solúveis ou solução nutritiva (BACKES et al., 2007). É necessário estudos comparativos de métodos de adubação para verificar a custo de aplicação juntamente com a qualidade nutricional fornecido ao gramado.

De acordo com Borsari (2013), os custos de produção mais elevados são geralmente decorrentes de fatores como processos complexos de industrialização, perda de produtos na padronização do tamanho dos grânulos, agregação do custo do material de revestimento, baixa escala de produção e exigência de serviços e experimentação agrícola na venda do produto.

Neste sentido, objetivou-se com o presente trabalho, comparar a fertirrigação e o uso de fertilizantes de liberação controlada e lenta, no manejo de gramado esportivo para obter maior qualidade.

CAPÍTULO 1

FERTIRRIGAÇÃO OU FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO GRADUAL PARA O CRESCIMENTO E QUALIDADE DE GRAMADOS ESPORTIVOS

1.1 INTRODUÇÃO

Campos esportivos com grama natural necessitam de manejo diferenciado de outras culturas, para mantê-lo em condições favoráveis aos jogos. A manutenção dessas áreas está em constante estudo para proporcionar gramado com teores de água e nutriente ideais para que apresente coloração verde intenso, melhor rolamento de bola, resistência ao pisoteio, e alta capacidade de regeneração.

O fertilizante requerido para área gramada é a quantidade de elementos nutritivos necessários na adição à quantidade fornecida pelo solo, para fornecer o nível desejado de crescimento, cor, ou outros componentes de qualidade do gramado (CARROW et al., 2001) e as doses de N, utilizadas nas diferentes áreas do campo pode variar de 100 a 400 kg ha⁻¹ N. Doses mais altas de N, provenientes de fontes solúveis, podem estimular o crescimento, aumentando a demanda por cortes do gramado.

Em um campo de golfe, por exemplo, a área gramada a ser adubada chega a mais de 25 hectares (Marín, 2004).

Para diminuir a entrada de implementos agrícolas, o que acarreta na diminuição dos custos, tem sido avaliado a aplicação de água juntamente com fertilizantes, denominada fertirrigação. Desse modo, a planta absorve os nutrientes de forma mais rápida e com menor perda por lixiviação e volatilização. Porém, é necessário que o sistema de irrigação tenha sido projetado corretamente visando uniformidade de aplicação.

Outra forma de minimizar custos em campos esportivos seria utilizando novas tecnologias, como adubação de liberação gradual, em que libera o nutriente de acordo com a temperatura e umidade. Adubação de liberação lenta apresenta custo superior às fontes solúveis, requerendo a adequação das doses nos diferentes sistemas de produção (SCIVITTARO; OLIVEIRA; RADMANN, 2004). Em solos arenosos, seu uso pode diminuir a lixiviação de N (GUERTAL, 2009). Além disso, segundo o mesmo autor, se o fertilizante

tiver um padrão de liberação que corresponda às necessidades da cultura, a absorção de N pela cultura em crescimento pode se tornar mais eficiente. No fertilizante de liberação controlada é conhecido o padrão, a taxa e a duração da liberação do nutriente, sendo possível controlar essas variáveis durante a sua fabricação (SHAVIV, 2005).

O objetivo com o presente trabalho foi comparar o uso de cada adubação para o crescimento e qualidade de gramas Zeon e Celebration.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu – UNESP (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”), no município de Botucatu, SP, com as seguintes coordenadas geográficas 22°50'48.3" de latitude sul e 48°26'07.7" de longitude oeste e altitude média de 817 m (Figura 1).

Figura 1 – Área onde implantou-se o experimento - Botucatu, SP, 2019



1.2.2 Caracterização do solo

O solo da área é um Latossolo Vermelho Distrófico de textura média, segundo Embrapa (2006). Para a coleta das amostras do solo, utilizou-se o trado tipo sonda, nas camadas 0 - 0,1 m e 0,1 - 0,2 m de profundidade, em área total do experimento e homogeneizadas para que tenha maior representatividade.

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo, no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA UNESP/ Botucatu para determinação de características físicas, segundo Embrapa (2011) e químicas, de acordo com a Raij et al. (2011). O solo utilizado possui textura média-arenosa, apresentando 792 g kg⁻¹ de areia, 154 g kg⁻¹ de argila e 54 g kg⁻¹ de silte. Nas Tabelas 1 e 2 estão representadas as análises realizadas antes e após correção do solo da área experimental, respectivamente.

Tabela 1 - Resultados das análises químicas do solo da área experimental, antes da calagem - Botucatu, SP, 2019

Camada (m)	pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	V%
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----					
0,0-0,1	4,6	21	7	1	31	1,8	20	7	48
0,1-0,2	4,3	17	4	2	30	1,5	15	5	41

Tabela 2 - Resultados das análises químicas do solo da área experimental, após a calagem - Botucatu, SP, 2019

Camada (m)	pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	V%
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----					
0,0-0,1	5,4	16	7	0	16	0,6	25	13	71
0,1-0,2	5,0	15	6	0	15	0,2	25	9	69

1.2.3 Dados climáticos

O clima de Botucatu é caracterizado como Cfa, clima subtropical quente úmido segundo a classificação de Köppen, caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (CUNHA e MARTINS, 2009). Geralmente, para as cultivares bermudas, em temperaturas abaixo de 10°C no solo, a grama para de crescer e entra em dormência, e cresce normalmente entre 16 a 20°C (no solo). A faixa ótima de temperatura fica entre 24 a 30°C no solo para as gramas bermudas. Gramas zoysias apresentam faixa de temperatura ótima para seu crescimento entre 27 e 35°C (LEEGOOD, 1993).

Os valores de temperatura e pluviosidade foram coletados na estação meteorológica do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas

de Botucatu – UNESP (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”), sendo representados nas Figuras 2, 3, 4, 5, e 6.

Figura 2 - Dados climáticos de temperatura, precipitação, e evapotranspiração observados dos 58 aos 136 dias após o plantio (DAP) na área experimental - Botucatu, SP, 2019

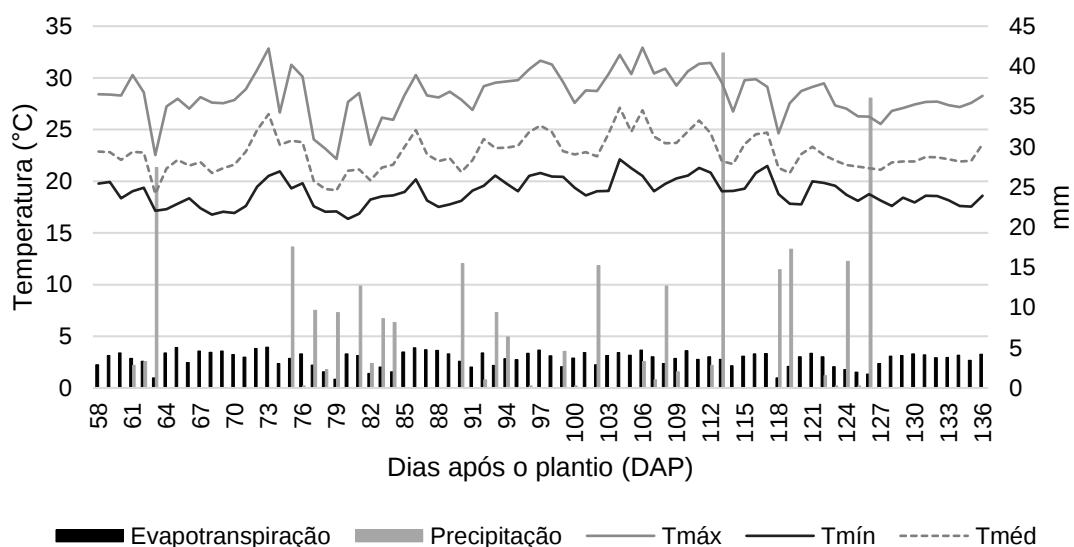
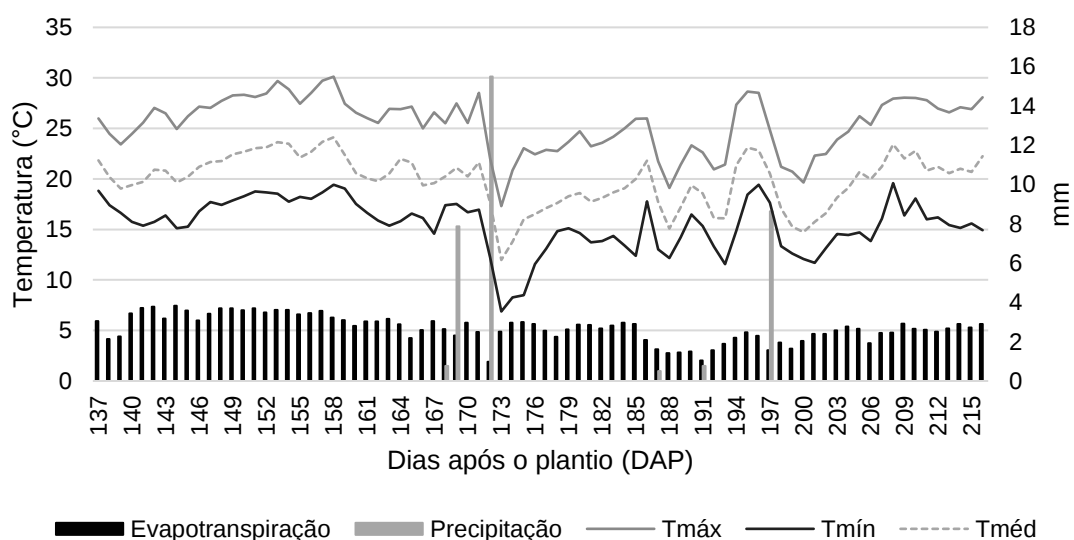


Figura 3 - Dados climáticos de temperatura, precipitação, e evapotranspiração observados dos 137 aos 215 dias após o plantio (DAP) na área experimental - Botucatu, SP, 2019



1.2.4 Cultivares de grama

Os tapetes de grama Celebration (*Cynodon dactylon*) e Zeon (*Zoysia matrella*) foram fornecidos pela empresa Itogress, da área de produção localizada em Jardinópolis, São Paulo. Os tapetes foram transportados para o plantio na área experimental do

departamento de solos em 23 de novembro de 2017, sendo aplicado os tratamentos após o estabelecimento do gramado, em janeiro de 2018.

1.2.5 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, sendo duas cultivares de grama Celebration e Zeon, como parcela principal e cinco manejos de adubação (1. sem adubação; 2. fertirrigação; 3. adubação com fertilizantes convencionais, 4. adubação com fertilizante de liberação lenta e 5. adubação com fertilizantes de liberação controlada) nas subparcelas, e quatro repetições (Figuras 7 e 8). Cada parcela possuía 8 m de comprimento por 8 m de largura, e as subparcelas apresentam 1,0 m x 1,0 m.

Figura 7 – Croqui da distribuição dos tratamentos na área experimental com grama Celebration

Liberção lenta B4	Fertirrigação B4	Testemunha B4	Liberção controlada B4	Convencional B4
Liberção controlada B3	Liberção lenta B3	Fertirrigação B3	Convencional B3	Testemunha B3
Liberção lenta B2	Testemunha B2	Convencional B2	Liberção controlada B2	Fertirrigação B2
Convencional B1	Liberção controlada B1	Testemunha B1	Fertirrigação B1	Liberção lenta B1

Figura 8 – Croqui da distribuição dos tratamentos na área experimental com grama Zoysia Zeon

Fertirrigação B4	Liberção controlada B4	Liberção lenta B4	Convencional B4	Testemunha B4
Convencional B3	Testemunha B3	Liberção controlada B3	Fertirrigação B3	Liberção lenta B3
Liberção controlada B2	Fertirrigação B2	Testemunha B2	Liberção lenta B2	Convencional B2
Testemunha B1	Convencional B1	Liberção lenta B1	Liberção controlada B1	Fertirrigação B1

Na fertilização com adubos de liberação controlada utilizou-se o produto Forth Cote 18-05-09 (Tecnutri®) de cinco a seis meses, aplicado uma única vez. Esse fertilizante possui grânulos recobertos com uma resina orgânica biodegradável (Tabela 3). Foi aplicado o fertilizante de liberação lenta, com a molécula ISODUR®, da Compo Experts, Floranid Master Extra (19-05-10), com liberação de até três meses, dependendo da temperatura e umidade, sendo realizada duas aplicações. Na adubação convencional utilizaram-se cloreto de potássio, MAP, ureia e sulfato de amônio, aplicados a cada 45 dias. Para fertirrigação, a adubação realizou-se por meio da aplicação de nitrato de cálcio, MAP purificado e cloreto de potássio branco, sendo parcelada, semanalmente, em 24 vezes. Na fertirrigação e na adubação convencional foram utilizadas relações N:P:K semelhantes aos dos fertilizantes de liberação lenta e controlada.

Tabela 3 - Doses da adubação de liberação controlada, adubação de liberação lenta, fertirrigação e adubação convencional

Produto	Liberação Controlada	Liberação Lenta	Fertirrigação			Convencional
Formulação	18-05-09	19-05-10	Nitrato de Cálcio	MAP purificado	Cloreto de Potássio Branco	20-05-10
Dose por aplicação (kg m⁻²)	0,05	0,0235	0,058	0,0042	0,0075	0,0113
Número de aplicações	1	2		24		4
Número de cortes	8	8		8		14
N (kg ha⁻¹)	90	89	90			90
P₂O₅ (kg ha⁻¹)	25	24		25		23
K₂O (kg ha⁻¹)	45	47			45	45

1.2.6 Instalação e condução do experimento

Para o preparo da área realizaram-se operações de subsolagem, nivelamento do terreno a laser, e drenagem, sendo estes últimos calculados por meio do equipamento de nível topográfico. A calagem foi realizada em dezembro de 2016 com calcário dolomítico

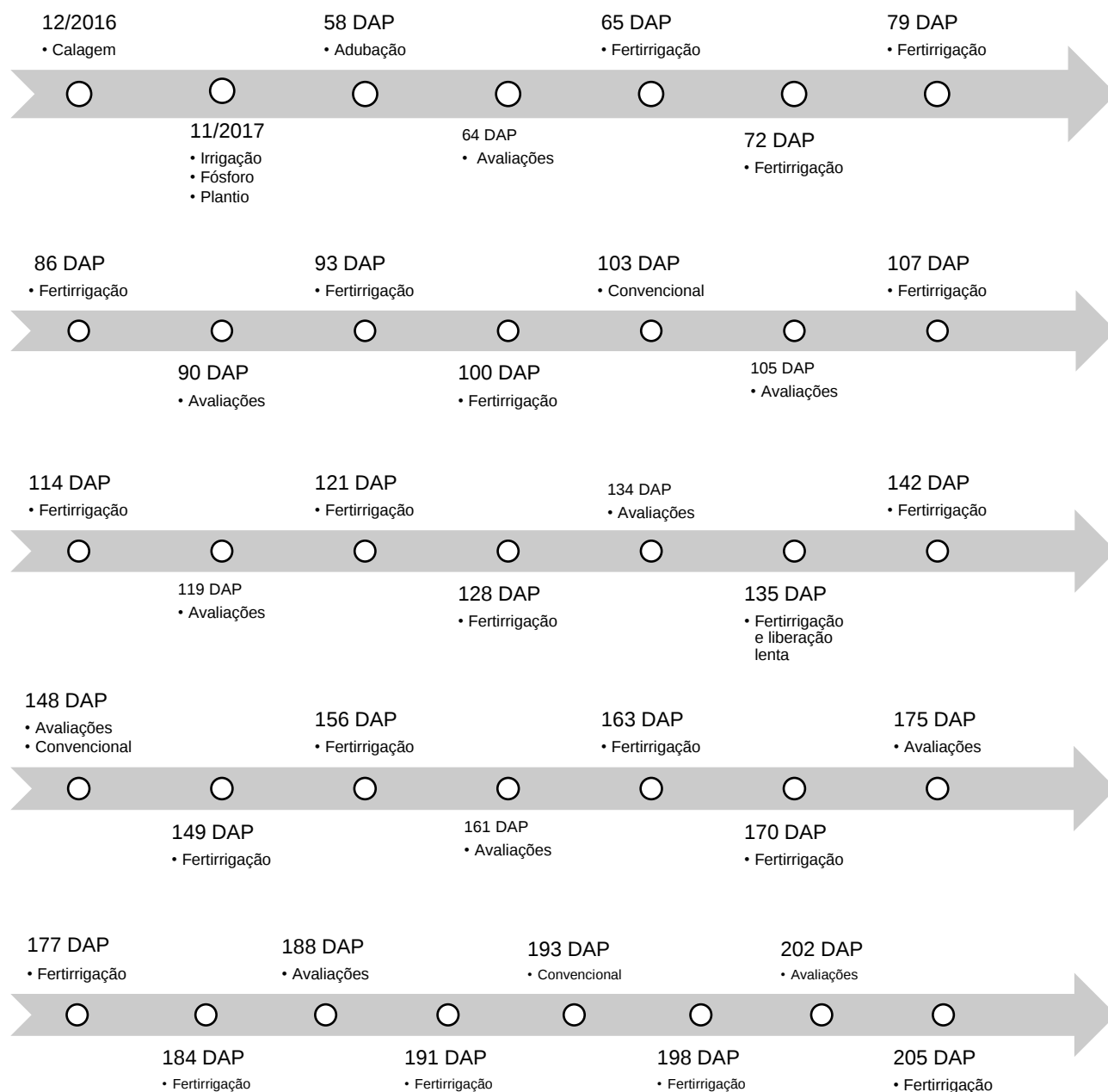
(PRNT 95%) para elevar a saturação por bases a 70%. Em novembro de 2017, realizou-se análise de solo para verificar se o solo teve a correção desejada.

Para a irrigação foram instalados aspersores do tipo rotores escamoteáveis da série 1804 com bocais 5Q MPR, unidos por tubulações a uma válvula solenoide e a um controlador eletrônico. Válvulas solenóides são registros elétricos de controle remoto que acoplados à rede mestra, quando se abrem permitem que a água se direcione aos aspersores e se fecham quando extinguir o tempo programado para a irrigação do setor comandado por ela (GIACOIA, 2003).

Para aplicação da fertirrigação utilizou-se a dosatron instalada entre as parcelas de grama Zeon e Celebration. O tempo de injeção levou em consideração a evapotranspiração diária, pressurização e limpeza do sistema. Antes de realizar a fertirrigação, verificava-se a temperatura da água para obter solubilidade satisfatória. Caso a temperatura da mesma fosse inferior a 20°C, a água era esquentada por meio do calor solar até atingir a temperatura necessária. Para aplicação dos fertilizantes, o nitrato de cálcio e cloreto de potássio branco aplicaram-se de forma separada do MAP purificado.

A lâmina de irrigação calculou-se diariamente para repor a evapotranspiração diária. Após a instalação da irrigação e do injetor Dosatron para aplicação da fertirrigação, foi realizada a correção de fósforo de acordo com a análise química do solo, em área total. O plantio dos tapetes de grama realizou-se após 15 dias da correção do fósforo, sendo dispostos paralelamente, e, em seguida houve a aplicação da lâmina de irrigação. Os cortes do gramado foram realizados com o cortador de grama helicoidal, mantendo altura de 12 mm. As plantas daninhas que eventualmente surgiram eliminaram-se manualmente.

A Figura 9 representa época de implantação, adubação e avaliações realizadas no experimento.

Figura 9 – Cronograma das atividades realizadas no experimento

1.2.7 Características avaliadas

1.2.7.1 Taxa de Cobertura Verde (TCV)

A TCV mediu-se a cada quinze dias com o auxílio da câmera digital Samsung® ST72 16,2 mega pixels, fixada no centro da caixa light box na mesma altura (0,6 m) da grama em posição de L invertido (Figura 10). Para uniformizar a iluminação da imagem, foram instalados quatro lâmpadas fluorescentes dentro do equipamento.

Figura 10 - Caixa light box utilizada para suporte da câmera digital - Botucatu, SP, 2019



1.2.7.2 Intensidade da Coloração Verde Escuro da folha (ICVE)

Para avaliação da Intensidade de Coloração Verde Escuro (ICVE) foi utilizada câmera digital Samsung® ST72 16,2 mega pixels, fixada na extremidade de uma estrutura na forma de “L” invertido, na mesma altura (0,6 m). A partir das imagens obtidas, calculou-se o ICVE utilizando o matiz, brilho e saturação das imagens de cada subparcela dos gramados conforme Karcher e Richardson (2003) utilizando o programa Corel Photo Paint® X5 v. 15.0.0.486, (Corel Corporation, 2010).

1.2.7.3 Índice de Grama

O Índice de Grama, nota concedida ao gramado por avaliadores de acordo com a coloração verde da grama, variando de 0 a 10, sendo a nota máxima apresentando maior verde, obteve-se por meio do equipamento Field Scout CM 500, sendo realizada pela média de cinco leituras de cada subparcela (Figura 11). À fim de não ter interferência de fatores externos, esse aparelho é pressionado sob a superfície gramada, cobrindo totalmente a área de leitura.

Figura 11 – Aparelho Field Scout CM 500 - Botucatu, SP, 2019



1.2.7.4 Medida Indireta de Clorofila

Para a análise do Índice de Clorofila das folhas utilizou-se o equipamento portátil Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter (Figura 12). Foi aferida a média obtida por cinco leituras, em cada subparcela, a 1 m do solo, a cada quinze dias.

Figura 12 – Aparelho Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter - Botucatu, SP, 2019



1.2.7.5 Altura do gramado

Em campos esportivos é importante ter um gramado de qualidade, com baixa altura de corte para obter melhor rolamento da bola. A altura de corte para fairways é entre 10 a 12 mm. Para essa medição foi utilizado o “Grass Height Prism Gauge” (Figura 13).

Figura 13 - Equipamento “Grass Height Prism Gauge” para determinação da altura do gramado - Botucatu, SP, 2019



1.2.7.6 Acúmulo de fitomassa seca das aparas

A coleta das lâminas foliares para amostra realizou-se por meio da máquina de corte GreensMaster 1000 da empresa Toro (Figura 14). Este equipamento foi regulado para obter altura de corte de 12 mm por ser padrão nos fairways dos campos de golfe.

Figura 14 - Cortador de grama GreensMaster 1000 utilizado no experimento



Realizada a coleta, as aparas foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas para estufa de circulação e renovação de ar forçada na temperatura de 65°C por 48 horas. Após a secagem, os materiais foram pesados na balança para determinação da matéria seca e, posteriormente, moídas e encaminhadas para o laboratório a fim de

determinar a concentração de nutrientes na lâmina foliar. Foram realizados no total de 8 cortes nos tratamentos com adubação de liberação lenta, controlada, fertirrigação, e convencional.

1.2.7.7 Quantificação do estolão e rizoma e da raiz e comprimento da raiz

Para quantificação do estolão e rizoma e da raiz foi utilizado a metodologia do trado, segundo Vasconcelos et al. (2003). Foi retirada uma amostra por subparcela aos 203 dias após o plantio (DAP), com um trado de 0,06 m de diâmetro (Figura 15), na camada de 0 – 0,10 m. Em seguida, foram as raízes foram lavadas para retirada do solo das amostras em uma peneira de 2 mm. Posteriormente, as amostras foram separadas em estolão e rizoma e raiz, colocadas em sacos de papel, identificadas e encaminhadas para estufa de circulação e renovação de ar forçada na temperatura de 65°C por 96 horas. Após a secagem, as amostras foram pesadas em uma balança de precisão. O comprimento da raiz foi medido logo após a retirada do solo das amostras com o auxílio de uma régua com escala métrica.

Figura 15 – Trado utilizado para quantificação (A), amostra retirada por meio do trado (B), medição da raiz (C) - Botucatu, SP, 2019



1.2.8 Tratamento estatístico

Submeteram-se os resultados à análise de variância pelo teste de F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o software Sisvar v. 4.0 (FERREIRA, 2008).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Taxa de Cobertura verde (TCV)

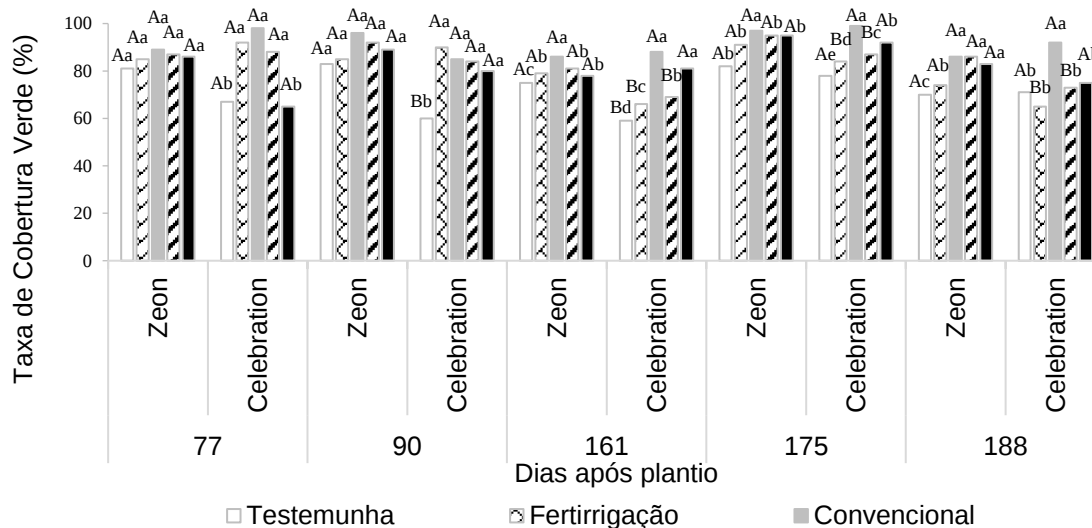
Houve interação significativa aos 77, 90, 161, e 188 DAP entre espécie e adubação, e efeito somente da adubação, em quase todas as datas de avaliação, com exceção dos 64 e 119 DAP (Tabela 4). A diferença da TCV entre as espécies de grama foi verificado aos 90, 105, 175 e 188 DAP, sendo maior na grama Zeon em relação a Celebration.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância da Taxa de Cobertura Verde (TCV) de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, 119, 134, 148, 161, 175, 188, e 202 dias após o plantio - Botucatu, SP, 2019

Fator de variação	Taxa de Cobertura Verde (TCV) de grama										
	Dias após o plantio										
	64	77	90	105	119	134	148	161	175	188	202
	----- <i>p-value</i> -----										
Espécie	0,31	0,25	0,03	0,01	0,25	0,86	0,50	0,14	0,04	0,02	0,94
Adubação	0,45	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Espécie x Adubação	0,46	0,02	0,04	0,90	0,76	0,81	0,10	0,01	0,05	0,02	0,18
C.V. 1(%)	15,5	9,3	9,8	2,6	8,9	10,0	5,4	15,6	3,9	4,5	5,3
C.V. 2(%)	10,2	12,0	9,4	7,6	11,8	8,5	4,6	5,9	3,7	7,5	5,9

Aos 90 e 161 DAP, a grama Zeon apresentou maior TCV do que a Celebration, nas parcelas sem adubação, mostrando que a primeira é menos exigente em adubação. Nesta última data, e aos 175 e 188 DAP, nos tratamentos com fertirrigação ou com o uso de fertilizantes de liberação lenta, a TCV também foi maior na grama Zeon do que na Celebration (Figura 16).

Figura 16 - Taxa de Cobertura Verde em função da adubação de grama Zeon e Celebration aos 77, 90, 161, 175, e 188 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

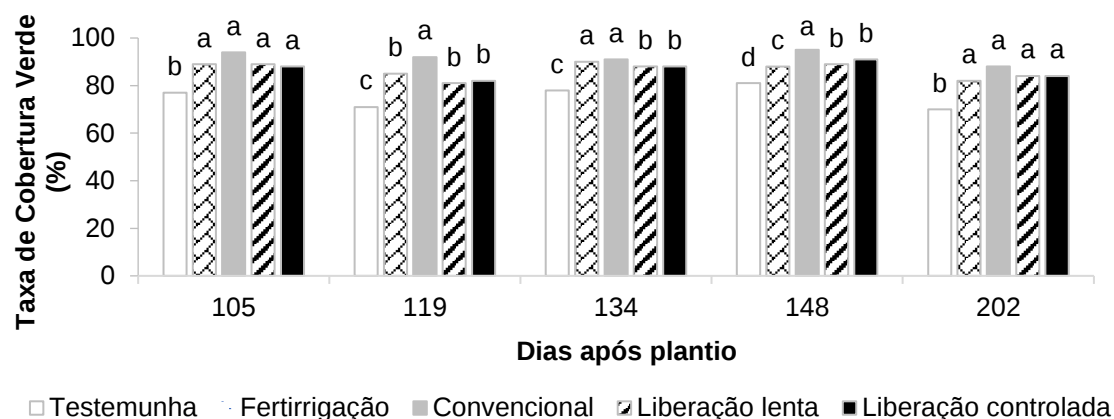
Em relação aos manejos da adubação, a Celebration apresentou maior TCV nos tratamentos com adubação em relação ao controle, aos 77 e 90 DAP, com exceção do tratamento com liberação controlada, aos 77 DAP. Nesta mesma grama, a TCV foi maior nos tratamentos com adubos convencionais ou de liberação controlada, em relação ao demais, aos 161 DAP. O uso da fertirrigação proporcionou os menores valores de TCV entre os manejos da adubação, dos 161 aos 188 DAP, logo, o uso de pequenas doses de NPK, parceladas semanalmente, não foi o manejo adequado para a formação do gramado, variando a TCV de 65 a 84%, enquanto, no tratamento convencional, neste mesmo período a TCV variou de 88 a 99%.

A TCV foi maior no tratamento convencional em relação aos demais, a partir dos 161 DAP, contudo, aos 188 DAP, os manejos com fertilizantes de liberação lenta e controlada proporcionaram a mesma TCV que o convencional, na grama Zeon.

Aos 105 e 202 DAP não houve diferença entre adubação convencional, de liberação gradual e fertirrigação, mostrando eficiência desses manejos para a TCV (Figura 17). Dos 105 aos 202 DAP, a TCV das gramas foi superior nos tratamentos com adubação em relação ao controle. Aos 134 DAP, o manejo com a fertirrigação proporcionou mesma TCV do que o convencional. Moken (2009) observou que a taxa de fertirrigação com 12,2 kg N ha⁻¹ mensal, na grama bermuda Tifway 419, produziu um gramado de qualidade,

minimizando os níveis de nitrato e lixiviação de nitrito abaixo dos padrões em solo arenoso-franco. O mesmo autor também notou que, embora a frequência não tenha um papel significativo, recomenda-se realizar uma frequência de 7 a 14 dias em solo arenoso ou franco-arenoso.

Figura 17 - Média da Taxa de Cobertura Verde em função da adubação de grama Zeon e Celebration aos 105, 119, 134, 148, e 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

1.3.2 Intensidade de Cor Verde Escuro (ICVE)

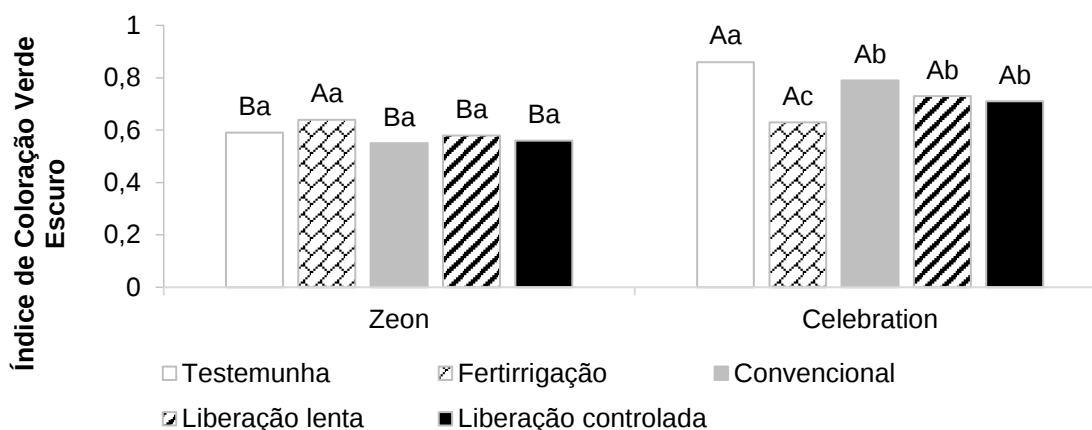
Houve interação significativa para o ICVE entre espécie e adubação, apenas aos 90 DAP, e efeito do manejo da adubação aos 105 DAP (Tabela 5). O ICVE foi semelhante ao observado por Karcher e Richardson (2003) utilizando a grama “creeping bentgrass” (*Agrostis palustris* L.), atingindo valor de 0,50 para condição de adubação com nitrogênio na dose de 600 kg ha⁻¹. O ICVE diferiu entre as espécies, em várias datas de avaliação (64, 90, 105 e dos 148 aos 202 DAP), e os maiores valores foram observados na grama Celebration. Esta grama foi selecionada para ser mais tolerante ao sombreamento, e por isso possui coloração mais escura nas folhas, provavelmente devido a maior concentração de clorofila b, ocasionado pelo maior desenvolvimento de grana (Martuscello, 2009).

A grama Celebration apresentou maior ICVE que a Zeon em todos os manejos, com exceção da fertirrigação. A adubação de liberação lenta ou controlada foram as que mantiveram índices semelhantes ao convencional, aos 90 DAP (Figura 18).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância do Índice de Cor Verde Escuro (ICVE) de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, 119, 134, 148, 161, 175, 188, e 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fator de variação	Índice de Cor Verde Escuro (ICVE)										
	Dias após o plantio										
	64	77	90	105	119	134	148	161	175	188	202
	----- <i>p-value</i> -----										
Espécie	0,03	0,16	0,02	0,01	0,22	0,06	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01
Adubação	0,91	0,53	0,19	0,02	0,45	0,76	0,33	0,19	0,33	0,67	0,90
Espécie x Adubação	0,59	0,71	0,04	0,59	0,67	0,81	0,29	0,87	0,61	0,87	0,11
C.V. 1(%)	17,6	16,2	16,3	7,7	41,1	21,0	12,1	31,9	4,3	7,4	10,4
C.V. 2(%)	17,1	13,3	13,3	12,4	25,9	14,4	18,7	11,4	10,3	7,6	10,6

Figura 18 - Índice de Cor Verde Escuro em função da adubação de grama Zeon e Celebration aos 90 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Contudo, na Celebration, o ICVE foi maior no tratamento controle, em relação aos manejos de adubação. Isto ocorreu porque a TCV no controle era de apenas 60% contra 90% da fertirrigação, por exemplo, que apresentou o menor ICVE.

Assim, nos tratamentos com menor cobertura do solo pela grama o ICVE foi maior. Isto pode ser um indicativo, que as doses utilizadas nos manejos da adubação da grama Celebration foram insuficientes para manter um ICVE maior, aos 90 DAP.

Para Zeon, os diferentes manejos não diferiram entre si, abrindo o leque de opções para adubação. Karcher e Richardson (2003), avaliando a qualidade da cor do gramado por meio da imagem digital, obtiveram diferenças significativas entre matiz, saturação e brilho presentes entre os tratamentos com N em creeping bentgrass, enquanto apenas diferenças significativas em matiz existiram em grama zoysia.

Aos 105 DAP a adubação de liberação gradual e fertirrigação apresentaram resultados semelhantes entre si, sendo menor o valor do ICVE que no tratamento convencional, porém maior que no controle.

1.3.3 Índice de Grama determinado pelo Field Scout CM 500

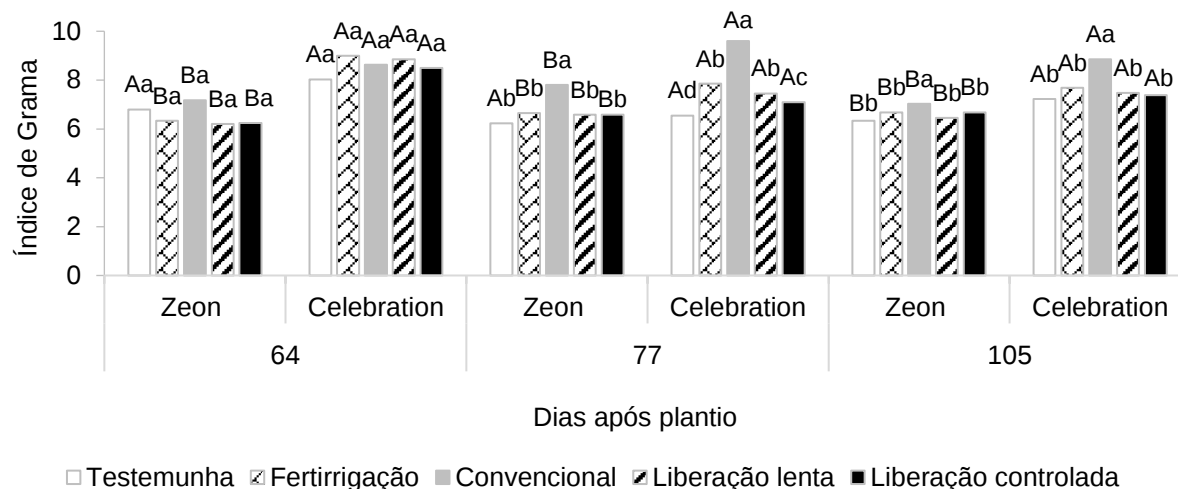
A interação entre espécie e adubação aos 64, 77, 105, 119, 148, 161, 188 e 202 DAP, foi significativa para o índice de grama, assim como houve efeito da adubação e da espécie em todas avaliações, exceto aos 64 e 90 DAP, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância do Índice de Grama de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, 119, 134, 148, 161, 175, 188, e 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fator de variação	Índice de Cor Verde Escuro (ICVE)										
	Dias após o plantio										
	64	77	90	105	119	134	148	161	175	188	202
	----- <i>p-value</i> -----										
Espécie	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Adubação	0,34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Espécie x Adubação	0,04	0,02	0,09	0,05	0,01	0,29	0,01	0,03	0,73	0,05	0,01
C.V. 1(%)	1,2	3,8	10,8	3,3	2,3	6,3	4,8	8,3	5,6	5,8	7,0
C.V. 2(%)	7,3	5,5	8,6	5,1	3,6	6,0	6,4	3,6	5,1	4,9	6,4

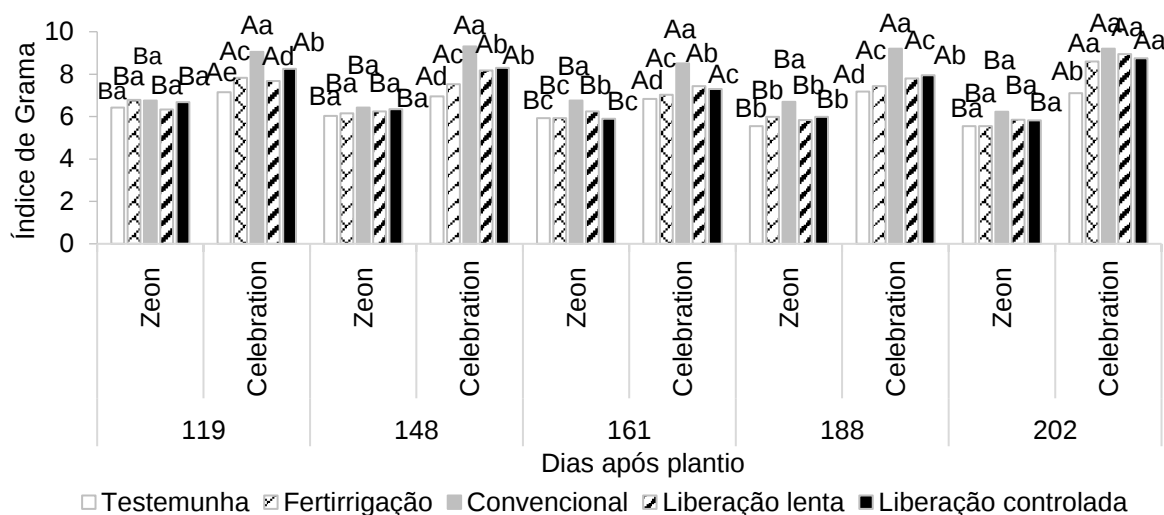
A adubação convencional proporcionou o maior Índice de Grama, em várias datas de avaliação, principalmente na grama Celebration (Figuras 19 e 20). Os fertilizantes convencionais são liberados logo quando em contato com o meio aquoso do solo, liberando íons que podem ser absorvidos pela grama (GERVÁSIO, 2003), dando uma resposta rápida quanto à qualidade do gramado.

Figura 19 - Índice de Grama em função da adubação de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, e 105 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 20 - Índice de Grama em função da adubação de grama Zeon e Celebration aos 119, 148, 161, 188, e 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.



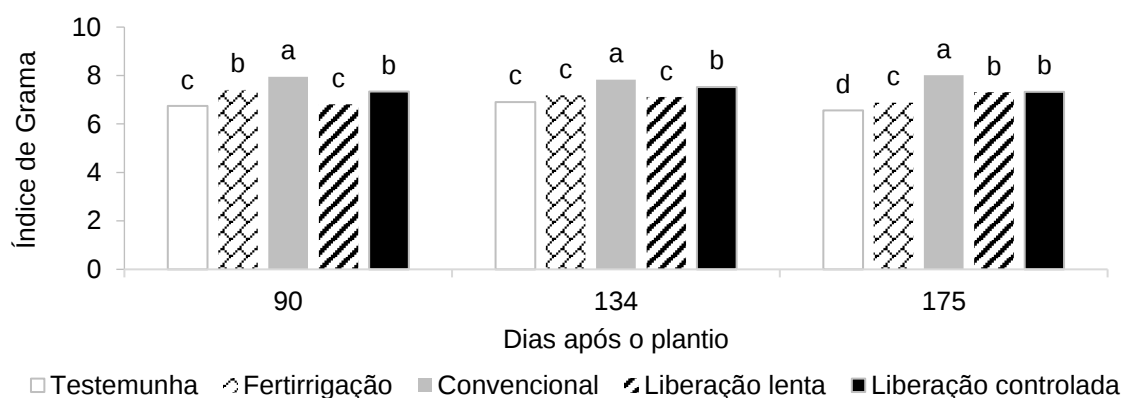
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Celebration apresentou maior Índice de Grama em relação a Zeon em todos manejos de adubação, dos 64 aos 202 DAP. No tratamento controle, o índice de grama foi superior na Celebration a partir dos 105 DAP. Aos 64, 119, 148, e 202 DAP, não houve diferença significativa entre os manejos de adubação na Zeon, mostrando índices de grama semelhantes da fertirrigação e dos fertilizantes de liberação gradual com os índices da adubação convencional. O mesmo ocorre aos 64 e 202 DAP, primeira e última avaliação, na Celebration. Nesta grama, a adubação com liberação controlada proporcionou maior índice de grama do que o tratamento testemunha, fertirrigação e adubação com liberação lenta aos 119, 148 e 188 DAP.

Aos 90 DAP houve diferença significativa para adubação (Figura 21). Entretanto, aos 134 e 175 DAP houve diferença significativa das espécies e também da adubação. A adubação convencional proporcionou maior Índice de Grama seguido da adubação de liberação controlada, lenta e fertirrigação. A Celebration apresentou maior Índice de Grama em relação a Zeon em todos os períodos avaliados.

A diferença entre os tratamentos, principalmente fertirrigação, podem ter sido interferidas negativamente devido a elevada precipitação ocorrida dias anteriores a avaliação, chegando a aproximadamente 40 mm aos 126 DAP, ocasionando a lixiviação dos nutrientes.

Figura 21 - Índice de Grama em função da adubação de grama Zeon e Celebration aos 90, 134, e 175 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

1.3.4 Medida Indireta de Clorofila (MIC)

Verificou-se interação significativa entre os manejos de adubação e as cultivares para medida indireta de clorofila apenas aos 134 DAP (Tabelas 7 e 8). O efeito dos manejos da adubação ocorreu aos 64, 77, 105, 119, 134, 148, 161, 175, 188, e 202 DAP. Em três datas, foi verificado a diferença na MIC entre as espécies.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância da Medida Indireta de Clorofila de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, e 105 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fator de variação	Medida Indireta de Clorofila			
	Dias após plantio			
	64	77	90	105
	----- p-valor -----			
Espécie	0,4200	0,7258	0,7472	0,3537
Adubação	0,0001	0,0001	0,0760	0,0001
Espécie x Adubação	0,1262	0,0794	0,4045	0,1275
C.V. 1(%)	15,86	14,91	24,87	18,8
C.V. 2(%)	8,76	9,38	37,04	17,51

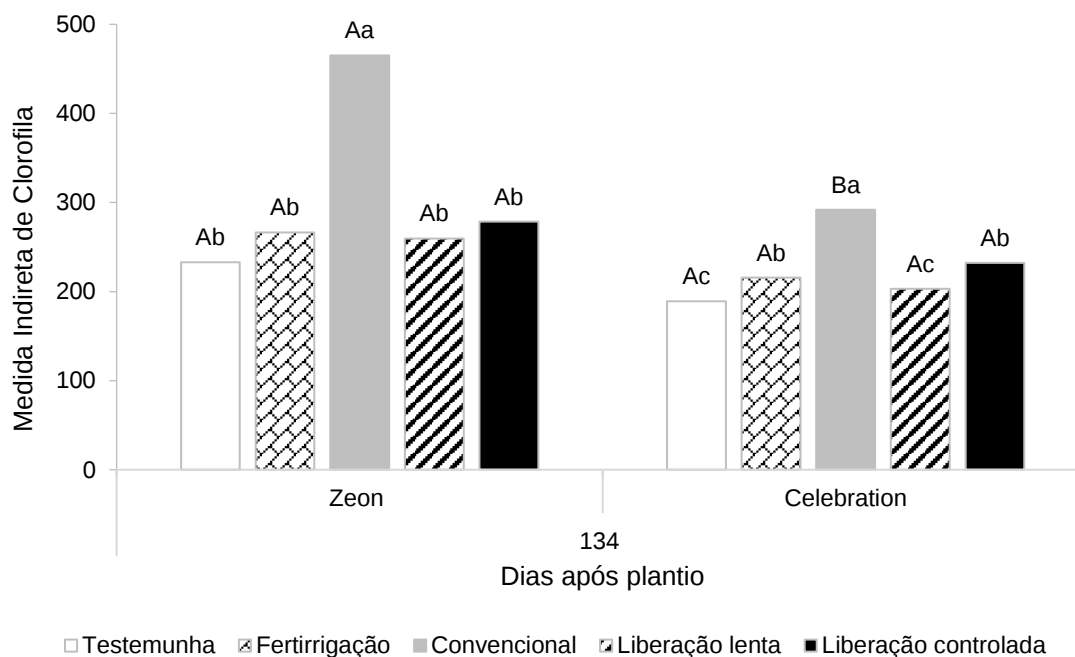
Tabela 8 - Resumo da análise de variância da Medida Indireta de Clorofila de grama Zeon e Celebration aos 119, 134, 148, 161, 175, 188, e 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fator de variação	Medida Indireta de Clorofila						
	Dias após plantio						
	119	134	148	161	175	188	202
	----- p-value -----						
Espécie	0,2865	0,0029	0,1173	0,0167	0,3471	0,9211	0,0602
Adubação	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Espécie x Adubação	0,7495	0,0222	0,6098	0,1256	0,2727	0,5027	0,987
C.V. 1(%)	12,27	9,96	11,93	6,86	17,28	21,2	19,78
C.V. 2(%)	14,43	15,99	14,74	14,91	13,86	13,81	14,48

No manejo convencional, aos 134 DAP, a maior medida indireta de clorofila foi observada na Zeon em relação a Celebration (Figura 22). Nessa primeira prevalece maior resultado na adubação convencional, sem diferença significativa entre os outros tratamentos de adubação. Entretanto, a Celebration teve como ordem de maior coloração na seguinte ordem: adubação convencional, liberação controlada e fertirrigação, liberação lenta e testemunha.

As bermudas possuem exigência nutricional superior às zoysias (Bean et al., 2012), deste modo, pode ter ocorrido da Celebration ter absorvido mais nutriente ao longo do tempo em relação a Zeon que, aos 134 DAP, não havia quantidade de adubo suficiente para maior produção de clorofila.

Figura 22 - Índice de Clorofila em função da adubação de grama Zeon e Celebration aos 134 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

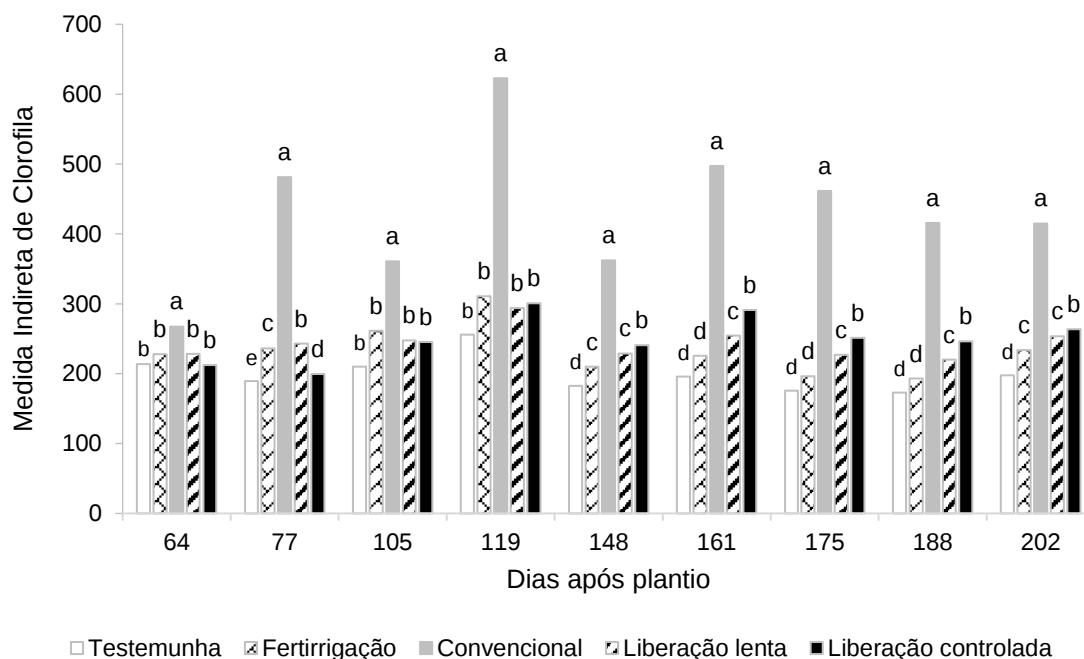


Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode ser observado aos 161, 175 e 188 DAP maior MIC, em ordem decrescente, na adubação convencional, liberação controlada, lenta, e fertirrigação (Figura 23). Os pontos de máximo observados na adubação convencional aos 77, 119, e 161 DAP foram ocasionados devido o fertilizante ter sido aplicado 19, 16, e 14 dias antes da avaliação, respectivamente.

Verifica-se diminuição do Índice de Clorofila conforme o aumento do tempo sem aplicar o adubo convencional. Amaral e Castilho (2012) observaram maior índice de clorofila em grama batatais com o uso do fertilizante de liberação imediata aos 21, 42 e 63 DAP, porém o fertilizante de liberação controlada apresentou menor diferença entre os tratamentos aos 42 DAP, mostrando a liberação do fertilizante de forma gradual.

Figura 23 - Índice de Clorofila em função da adubação de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 105, 119, 148, 161, 175, 188, e 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

1.3.5 Altura do gramado

Em três avaliações houve interação significativa entre o manejo de adubação e as espécies de grama (Tabela 9). Em relação à adubação, em dez avaliações houve diferenças significativas e, quanto a espécie, em nove datas.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância da altura de grama Zeon e Celebration dos 64 aos 202 DAP - Botucatu, SP, 2019.

Fator de variação	Altura do gramado										
	Dias após o plantio										
	64	77	90	105	119	134	148	161	175	188	202
	----- p-value -----										
Espécie	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,88	0,12	0,60	0,01
Adubação	0,52	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Espécie x Adubação	0,65	0,01	0,19	0,29	0,16	0,07	0,01	0,95	0,98	0,94	0,03
C.V. 1(%)	22,0	20,3	19,2	12,1	7,8	9,9	16,5	10,5	10,8	8,5	11,4
C.V. 2(%)	13,4	10,8	15,9	21,1	12,3	18,8	14,8	12,6	11,7	11,3	10,1

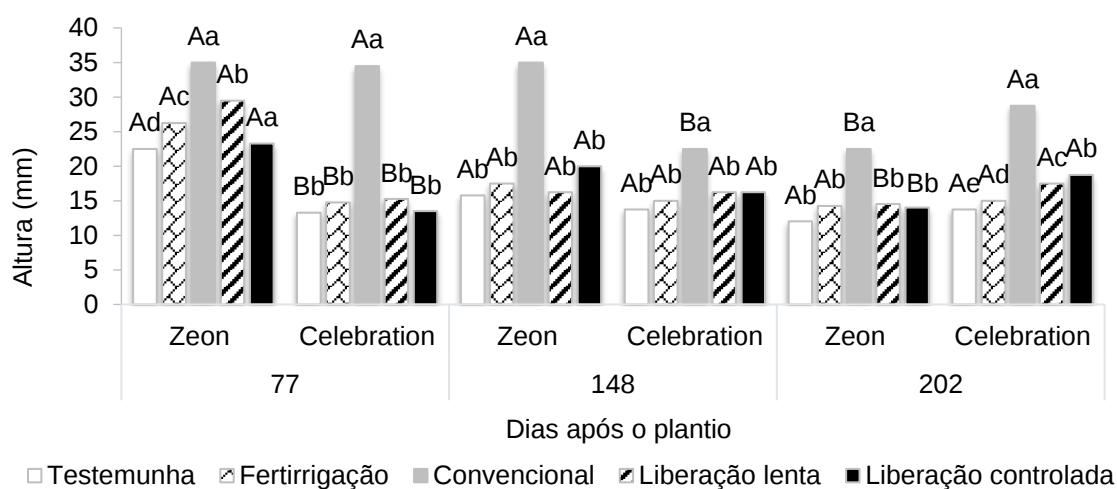
O gramado da Celebration apresentou maior altura com a adubação convencional em relação aos demais tratamentos aos 77 e 148 DAP, sendo observado o mesmo comportamento na Zeon aos 148 e 202 DAP (Figura 24).

Aos 77 DAP, a ordem decrescente de maior altura do gramado foi na adubação convencional, liberação lenta, fertirrigação, liberação controlada e testemunha.

No gramado de Celebration foi observado diferença entre as adubações aos 202 DAP, tendo maior altura na adubação convencional, liberação controlada, lenta, fertirrigação e testemunha. Para os “fairways” dos campos de golfe, é desejável que o gramado não fique alto, pois poderá atrapalhar a rolagem da bolinha, assim como a próxima tacada.

No gramado de Zeon, a altura do gramado no manejo de adubação convencional, aos 77 e 148 DAP, foi em torno de 35 mm, sendo que o desejável era de 12 mm. Aos 202 DAP, o gramado de Celebration foi 10 mm mais alto no manejo convencional em relação ao manejo com fertilizante de liberação controlada, que por sua vez, foi 5 mm maior que o gramado no controle. Aos 77 DAP, a altura do gramado da Zeon foi maior que o da Celebration em todos os manejos da adubação e no tratamento controle, com exceção do tratamento convencional. Aos 148 DAP, este efeito não perdurou, mantendo o gramado mais alto da Zeon em relação à Celebration, apenas no tratamento convencional. Contudo, aos 202 DAP, o efeito foi contrário e o gramado de Celebration, nos manejos com fertilizantes de liberação gradual ou convencional, foi maior que o gramado da Zeon.

Figura 24 - Altura de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 77, 148, e 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

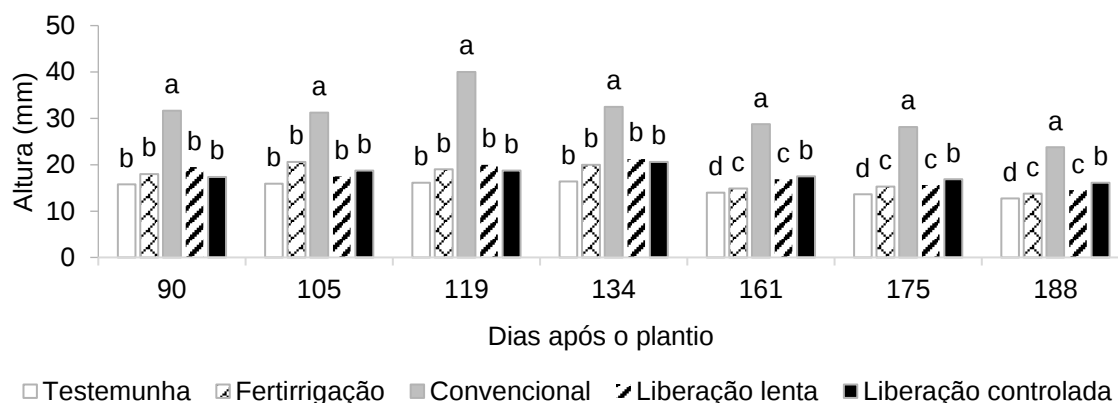


Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas diferenças entre os manejos de adubação, até os 134 DAP, a adubação convencional obteve maior altura em relação aos demais tratamentos, não havendo diferenças significativas entre os mesmos (Figura 25). A partir dos 161 DAP, observou-se diferença entre adubação convencional e maior altura, seguindo em ordem decrescente pela liberação controlada, liberação lenta, fertirrigação e testemunha. Para Amaral e Castilho (2012) não houve diferença significativa de altura com o uso do fertilizante de liberação imediata, controlada, e testemunha na grama batatais.

O aumento excessivo da altura faz com que necessite de cortes mais frequente, tendo como consequência maior tráfego de maquinários agrícolas para corte e, assim, maior custo de manutenção do gramado. Além disso, a maior altura do gramado causa o auto sombreamento, ou seja, as folhas maiores sombreiam as folhas mais novas do gramado, que ficarão amareladas. Com o corte do gramado, estas folhas mais novas ficam expostas, com aparência amarelada ou de palha, prejudicial à qualidade do gramado. Deste modo, opta-se por fertilizantes que atendem à demanda nutricional da planta e com menor custo final de operação. O aumento da altura, aos 119 DAP, na adubação convencional, ocorreu devido a aplicação do fertilizante ao 103 DAP, tendo efeito decrescente conforme o aumento do tempo aplicado.

Figura 25 - Altura de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 90, 105, 119, 134, 161, 175, e 188 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

1.3.6 Acumulo de fitomassa seca das aparas

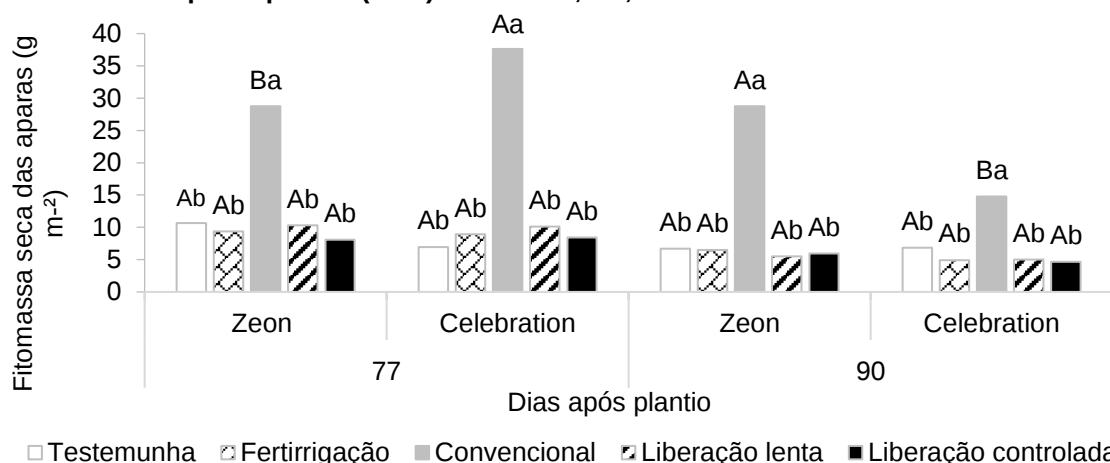
Houve diferença significativa de adubação em todos os momentos, exceto aos 64 DAP. Houve interação significativa entre as espécies de grama e manejos de adubação aos 77, 90, 119, 134, 148 e 175 DAP (Tabela 10). Houve diferença significativa entre os manejos da adubação aos 77, 90, 105, 161, 188 e 202 DAP.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância do Acumulo de Fitomassa Seca das Aparas de grama Zeon e Celebration dos 64 aos 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fator de variação	Acumulo de Fitomassa Seca das Aparas										
	Dias após o plantio										
	64	77	90	105	119	134	148	161	175	188	202
	----- <i>p-value</i> -----										
Espécie	0,51	0,67	0,09	0,35	0,01	0,02	0,17	0,16	0,04	0,18	0,06
Adubação	0,30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Espécie x Adubação	0,88	0,04	0,01	0,12	0,01	0,01	0,01	0,08	0,01	0,89	0,15
C.V. 1(%)	47,9	47,1	50,6	47,5	20,7	35,7	25,6	27,8	16,7	22,3	36,0
C.V. 2(%)	25,8	27,3	44,0	34,2	28,2	33,2	28,3	21,9	14,6	36,9	24,9

As duas espécies de grama utilizadas apresentaram maior acumulo de fitomassa seca das aparas com adubação convencional (Figuras 26 e 27). Aos 77 e 119 DAP, a Celebration apresentou maior fitomassa seca das aparas em relação a Zeon, no manejo convencional, devido a aplicação parcelada do adubo, próximo as datas de avaliação, mostrando responder à adubação de forma mais rápida do que a Zeon, em relação ao acúmulo de massa na folhas. Porém, como a Zeon absorveu de forma mais lenta os nutrientes do adubo, aos 90, 134, e 148 DAP, a mesma apresentou maior fitomassa que a Celebration.

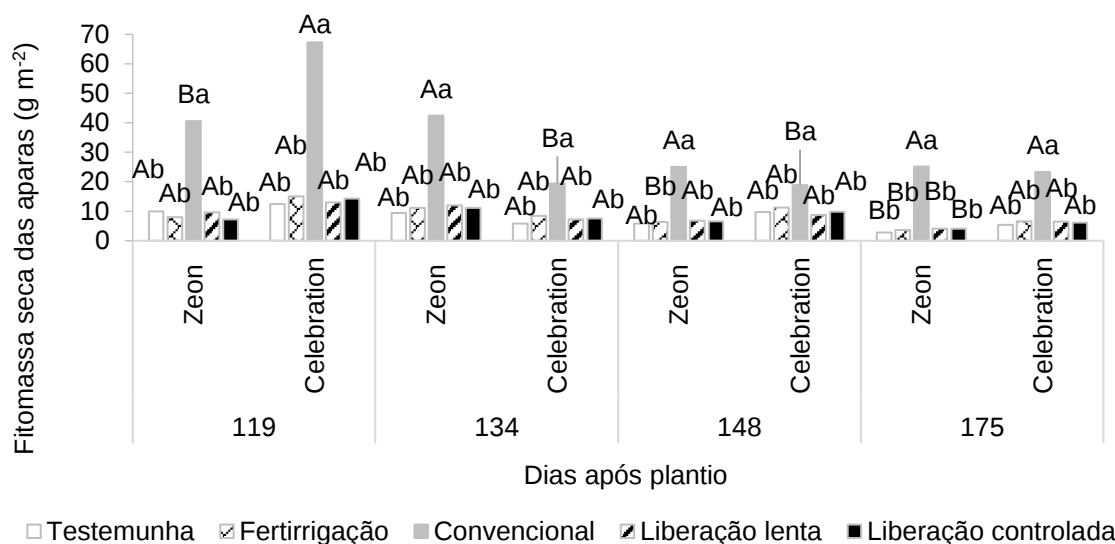
Figura 26 - Fitomassa Seca das Aparas de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 77 e 90 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa entre os demais manejos de adubação. Para Arrobas; Parada e Magalhães et al. (2011), comparando fertilizante de liberação lenta, controlada, fertilizante estabilizado, e nitrato de amônio, verificou rendimento menor de matéria seca e liberação de N do que o necessário para o crescimento adequado do gramado.

Figura 27 - Fitomassa Seca das Aparas de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 119, 134, 148, e 175 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A adubação convencional apresentou maior fitomassa seca das aparas quando comparado às outras formas de adubação. Nota-se a redução da quantidade de fitomassa em todos os tratamentos após 161 DAP, quando ocorreu a diminuição da temperatura do ar e do solo, sendo menor aos 188 dias após o plantio. A maior massa encontrada da adubação convencional ocorreu devido o efeito da mesma, 16 dias antes da avaliação. Não houve diferença significativa entre os demais tratamentos.

1.3.7 Matéria seca do estolão e rizoma e da raiz e comprimento da raiz

Não houve interação significativa entre as espécies e o manejo de adubação para o acúmulo de matéria seca do estolão e rizoma e da raiz (Tabela 11). Porém, houve diferença entre as espécies, em que foi verificado que a Zeon acumulou maior quantidade de matéria seca de estolão e rizoma em relação a Celebration, o que corrobora com os resultados encontrados, naos quais a Zeon apresentou maior TCV. Os estolões e rizomas são as principais estruturas das gramas responsáveis pelo crescimento sobre a superfície, acelerando a cobertura do solo.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância matéria seca do estolão e rizoma e da raiz de grama Zeon e Celebration aos 203 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fator de variação	Matéria seca	
	Estolão + rizoma	Raiz
Espécie	0,0292	0,1686
Adubação	0,5387	0,6418
Espécie x Adubação	0,4934	0,129
C.V. 1(%)	53,63	42,41
C.V. 2(%)	52,23	52,90

Arrobas, Parada e Magalhães et al. (2011) comparando fertilizante de liberação lenta, controlada, fertilizante estabilizado e nitrato de amônio, verificaram rendimento menor de matéria seca e liberação de N do que o necessário para o crescimento adequado de grama *Festuca arundinacea*, *Lolium perene*, e *Festuca rubra*.

Para o comprimento da raiz, não ocorreu interação entre as espécies de grama e o manejo de adubação nem diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 12). Nota-se valores de comprimento semelhante entre as espécies de grama, variando entre 0,18 a 0,21 m. No estudo realizado por Fuentealba et al. (2015) foi verificado alto desenvolvimento

radicular em profundidade e comprimento da raiz uniforme, em diferentes horizontes, na grama bermuda comum, enquanto a Zeon acumulou a maioria de suas raízes nos 0,30 m superiores. Wherley; Heitholt; Chandra; Skulkaew (2014) afirmam que embora poucas diferenças intraespecíficas tenham ocorrido dentro da camada do solo de 0 a 0,25 m de profundidade, o desenvolvimento radicular da Zeon foi limitado em relação à bermuda, na camada mais profunda do solo (0,25 - 0,50 m), o que pode ter contribuído para maiores exigências de irrigação para a espécie.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância do comprimento da raiz de grama Zeon e Celebration aos 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fator de variação	Comprimento da raiz
Espécie	0,0929
Adubação	0,4748
Espécie x Adubação	0,5317
C.V. 1(%)	10,43
C.V. 2(%)	12,58

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grama Zeon apresentou maior taxa de cobertura verde do solo, assim como maior acúmulo de fitomassa de estolões e rizomas que a Celebration;

A grama Celebration apresentou maior índice de grama e índice de cor verde escuro que a Zeon;

O manejo com fertilizante convencional proporcionou os maiores valores das características de crescimento e qualidade do gramado das duas espécies, contudo exigiu maior número de cortes e mão de obra para aplicação;

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. A.; CASTILHO, R. M. M. Fertilizantes comerciais de liberação imediata e controlada na revitalização de grama batatais. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 22, n. 2, p. x-x, 2012.
- ARROBAS, M., PARADA, M.J., MAGALHÃES, P. et al. Nitrogen-use efficiency and economic efficiency of slow-release N fertilizers applied to irrigated turfs in a Mediterranean environment. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 89, Ed. 3, p. 329–339, abr, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10705-010-9397-x>
- AYLWARD, L. **Olympics: Zeon Zoysia in the Spotlight**. 2016. Disponível em: <<https://www.superintendentmagazine.com/zeon-zoysiagrass-rio-golf-course/>>. Acesso em mar. 2018.
- BEAN, Brent. **Turfgrass Management for the Texas Panhandle**. 1. ed. US: Ogallala Aquifer, 2012. p. 1-27.
- CARROW, R. N.; WADDINGTON, D. V.; RIEKE, P. E. **Turfgrass soil fertility and chemical problems: assessment and management**. Ann Arbor Press, Chelsea, MI. 2001.
- Corel Corporation and Corel Corporation Limited, USA**. 2010.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos-CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 2013. 353p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar. DEX/UFLA. Versão 5.3 (build 75). **Suporte Econômico**. CNPq. 2008.
- FUENTEALBA et al. Root Development and Profile Characteristics of Bermudagrass and Zoysiagrass. **HortScience**, 2015, v. 50, n. 10, p.1429-1434, out, 2015.
- GERVÁSIO, E. S. Efeito de lâminas de irrigação e doses de condicionador, associada a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de cafeeiro. 2003. 105 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- GREEN GRASS. **Zeon zoysia**. Disponível em: <<http://www.greengrass.com.br/index.php/gramas/zeon-zoysia>>. Acesso em: jan. 2017.
- GIACIOIA NETO, J. Sistemas de irrigação para gramados. In: I SIGRA – Simpósio Sobre Gramados – “Produção, Implantação e Manutenção”. Botucatu, SP, 2003. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. p.14.

GURGEL, R. G. A. Tendência mundial do mercado de gramas: manejo e uso das espécies. In: VI SIGRA - Simpósio sobre Gramados. Tópicos Atuais em Gramados III. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2012. p. 133.

GUERTAL, E.A. Slow-release Nitrogen Fertilizers in Vegetable Production: A Review. **HortTechnology**, v. 19 n. 01, p. 16-19, jan-mar, 2009.

KARCHER, D. E; RICHARDSON, M. D. Quantifying turfgrass color using digital image analysis. **Crop Science**, v.43, 2003, 943-951 p.

MARTUSCELLO, Janaina Azevedo et al . Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa , v. 38, n. 7, p. 1183-1190, Julho 2009 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000700004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 02 de julho de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000700004>.

MARÍN, C. E. Campos de Golf y Medio Ambiente. Una Interacción Necesaria. **Cuadernos de Turismo**, v.14, 2004. p. 67-111

MOKEN, J.A. The influence of nitrogen fertigation rate and frequency on Tifway 419 hybrid bermudagrass and nitrate leaching using subsurface drip irrigation. Stephen F. Austin State University. **Tese** (Mestrado em Ciência Ambiental). 38p. 2009.

RAIJ, B. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p

RICHARDSON, M. D., D. E. Karcher; L. C. Purcell. 2001. Quantifying Turfgrass Cover Using Digital Image Analysis. **Crop Science**. 41:1884-1888. doi:10.2135/cropsci2001.1884

SCIVITTARO, W.B.; OLIVEIRA, R.P.; RADMANN, E.B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'Trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p. 520-523, dez, 2004.

SHAVIV, A. Controlled release fertilizers. In: IFA INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, Frankfurt. **Proceedings...** Paris: International Fertilizer Industry Association, 2005. p.1-15.

VASCONCELOS, A. C. M. et al. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Tarumã -SP, 2003, v. 27, p. 849-858.

WHERLEY, B.; HEITHOLT, J.; CHANDRA A.; SKULKAEW, P. Supplemental Irrigation Requirements of Zoysiagrass and Bermudagrass Cultivars. **Crop Science**, Guilford Road - Madison, v. 54, p.1823-1831, 2014. doi:10.2135/cropsci2013.11.0753

CAPÍTULO 2

EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO EM GRAMADOS MANEJADOS COM FERTIRRIGAÇÃO OU FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO GRADUAL

2.1 INTRODUÇÃO

Os gramados para campos esportivos requerem alta manutenção para manter boa estética e jogabilidade. A adubação é um dos fatores que encarecem a produção e o manejo da grama.

A fertirrigação e fertilizantes de liberação gradual reduzem a entrada de implementos agrícolas em campos esportivos acarretando na redução dos custos da manutenção do gramado. A liberação gradual e contínua propicia menor salinidade próximo ao sistema radicular da planta, além dos benefícios ambientais, na medida em que causam menores perdas de N por diminuir a lixiviação de nitrato, emissão de óxido nitroso e volatilização de amônia (ALCARDE, 2007). Isso acontece devido a esses fertilizantes incluírem compostos solúveis no seu interior (NPK e alguns micronutrientes), envolvidos por uma membrana semipermeável que, por efeito da temperatura, dilata e contrai, controlando a liberação gradual e osmótica de nutrientes no solo (BENNET, 1996).

Segundo Shaviv (2001), as principais vantagens dos fertilizantes de liberação lenta ou controlada são: fornecimento regular e contínuo de nutrientes na época necessária para as plantas; menor frequência de aplicações; redução de perdas de nutriente por lixiviação, desnitrificação, imobilização e volatilização; eliminação de danos causados a planta devido à alta concentração de sais; maior praticidade no manuseio dos fertilizantes; redução da poluição ambiental, pela menor contaminação das águas subterrâneas e superficiais e redução nos custos de produção.

Estudos realizados por Kim et al. (2009) investigando o efeito do adubo composto contendo nitrogênio de liberação lenta (isobutilideno diureia e metileno ureia) em Kentucky bluegrass e a mudança de nitrogênio na zona radicular verificaram que a aplicação destes forneceu nitrogênio durante muito tempo na zona da raiz, aumentando o nitrogênio disponível e, assim, promovendo o crescimento do gramado, bem como o teor de clorofila

e o número de raiz no gramado.

Para o manejo do gramado deve ser levado em consideração a necessidade nutricional de cada espécie de grama. A Celebration é uma bermuda comum (*C. dactylon*) selecionada na Austrália e lançada no mercado em 2000. De acordo com Gurgel (2012), em estudos realizados no Texas utilizando diferentes cultivares de grama em condição de seca, as gramas bermudas apresentaram maior tolerância ao estresse hídrico em relação às demais. Dentre as bermudas, a Celebration apresentou maior coloração verde e por período mais longo que as outras variedades, tendo também maior recuperação após restabelecimento da irrigação. A *Zoysia matrella* “Zeon”, desenvolvida pela Bladerunner Farms em Poteet, Texas, possui como principais características a tolerância ao sombreamento e à seca, folhas com lâminas finas e postura vertical, vigorosa produção de raízes, estolões e rizomas, coloração verde intensa, e estolões e comprimento de entrenós curtos (GREEN GRASS, 2016). Essa cultivar requer poucos insumos, principalmente água e fertilizantes (AYLWARD, 2016).

Desta forma, objetivou-se nesse estudo comparar o efeito dos fertilizantes de liberação lenta, controlada e da fertirrigação nas características químicas do solo e da nutrição da grama bermuda Celebration e zoysia Zeon

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no Departamento de Solo e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu – Unesp (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”), localizada à 22°50'48.6" de latitude sul e 48°26'08.0" WGr e altitude de 817m. O clima de Botucatu é caracterizado clima subtropical quente úmido, segundo a classificação de Köppen (CUNHA e MARTINS, 2009).

2.2.2 Caracterização do solo

Para a coleta das análises física e química do solo foi utilizado trado tipo sonda nas camadas 0 – 0,10 e 0,10 - 0,20 m, em área total do experimento e homogeneizado para maior representatividade das amostras. As amostras foram encaminhadas em sacos de papel devidamente identificadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo, no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA UNESP/ Botucatu. O solo foi

classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura média (EMBRAPA, 2006), com teores de areia, silte e argila de 792; 54 e 154 g kg⁻¹, respectivamente. Os resultados das análises química do solo antes e após a calagem estão representados nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - Resultados das análises químicas do solo da área experimental, antes da aplicação dos tratamentos - Botucatu, SP, 2019

Camada (m)	pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	V%
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----					
0- 0,10	4,6	21	7	1	31	1,8	20	7	48
0,10-0,20	4,3	17	4	2	30	1,5	15	5	41

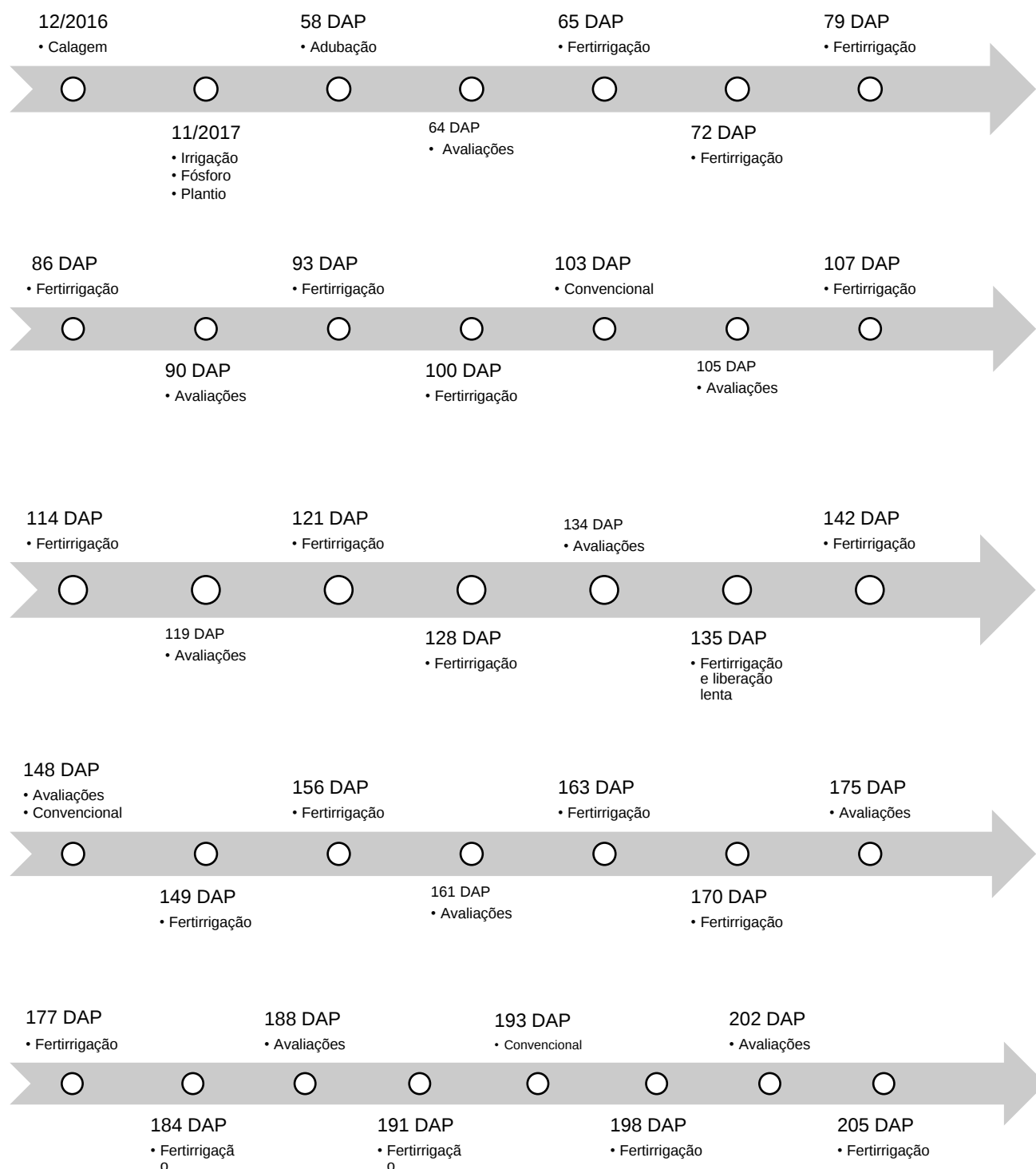
Tabela 14 - Resultados das análises químicas do solo da área experimental, após aplicação dos tratamentos - Botucatu, SP, 2019

Camada (m)	pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	V%
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----					
0-0,10	5,4	16	7	0	16	0,6	25	13	71
0,10-0,20	5,0	15	6	0	15	0,2	25	9	69

2.2.3 Instalação e condução do experimento

O preparo da área foi realizado por meio da subsolagem e do nivelamento do terreno a laser. Na irrigação utilizou-se aspersores do tipo rotores escamoteáveis da série 1804 com bocais 5Q MPR, unidos por tubulações a uma válvula solenoide e a um controlador eletrônico. Após a instalação da irrigação e do injetor Dosatron para aplicação da fertirrigação foi realizada a calagem com calcário dolomítico (PRNT 95%) para elevar a saturação por bases a 70%.

Os tapetes de grama Celebration e Zeon foram fornecidos pela fazenda produtora de grama, localizada na região de Jardinópolis, e transportados para o plantio na área experimental do departamento de solos em novembro de 2017, sendo aplicado os tratamentos após o estabelecimento do gramado, em janeiro de 2018. A irrigação foi realizada por meio do sistema de aspersão, sendo aplicada água suficiente para repor 100% da evapotranspiração média diária medida através da equação de Penman-Monteith. O cronograma do experimento pode ser demonstrado na Figura 28, com a ordem de cada operação executada no gramado.

Figura 28 – Cronograma das atividades realizadas no experimento

2.2.4 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, sendo

duas cultivares de grama (Celebration e Zeon), como parcela principal e quatro manejos de adubação (1. sem adubação; 2. fertirrigação; 3. adubação com fertilizantes convencionais, e 4. adubação com fertilizante de liberação lenta) nas subparcelas, e quatro repetições. Cada parcela compreende 8 m de comprimento por 8 m de largura, e as subparcelas possuem 1,0 m x 1,0 m. O gramado apresenta as mesmas características de um Fairway do campo de golfe, e a adubação de acordo com as recomendações para bermuda e zoysia.

Para o fertilizante de liberação lenta foi utilizado o Floranid Master Extra (19-05-10), com a molécula ISODUR®, da Compo Experts de liberação de até três meses, dependendo da temperatura e umidade, tendo apenas uma aplicação. Na fertilização com adubos de liberação controlada foi utilizado o produto Forth Cote 18-05-09 (tecnutri) de cinco meses, aplicado uma única vez. Na adubação convencional, foram utilizados cloreto de potássio, MAP, ureia, e sulfato de amônio, aplicados a cada 45 dias. Para fertirrigação, foram utilizados nitrato de cálcio, MAP purificado e cloreto de potássio branco, sendo parcelada, semanalmente, em 12 vezes. Na fertirrigação e na adubação convencional utilizaram-se relações N:P:K semelhantes aos dos fertilizantes de liberação lenta e controlada.

2.2.5 Características avaliadas

2.2.5.1. Análise do solo

Para a coleta das amostras para análise química do solo, foi utilizado trado tipo sonda na camada de 0 - 0,10 m, em cada subparcela do experimento. Foram realizadas as análises após seis meses da implantação do gramado. As amostras foram encaminhadas em sacos plásticos devidamente identificadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo, no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA UNESP/ Botucatu.

2.2.5.2. Solução do solo

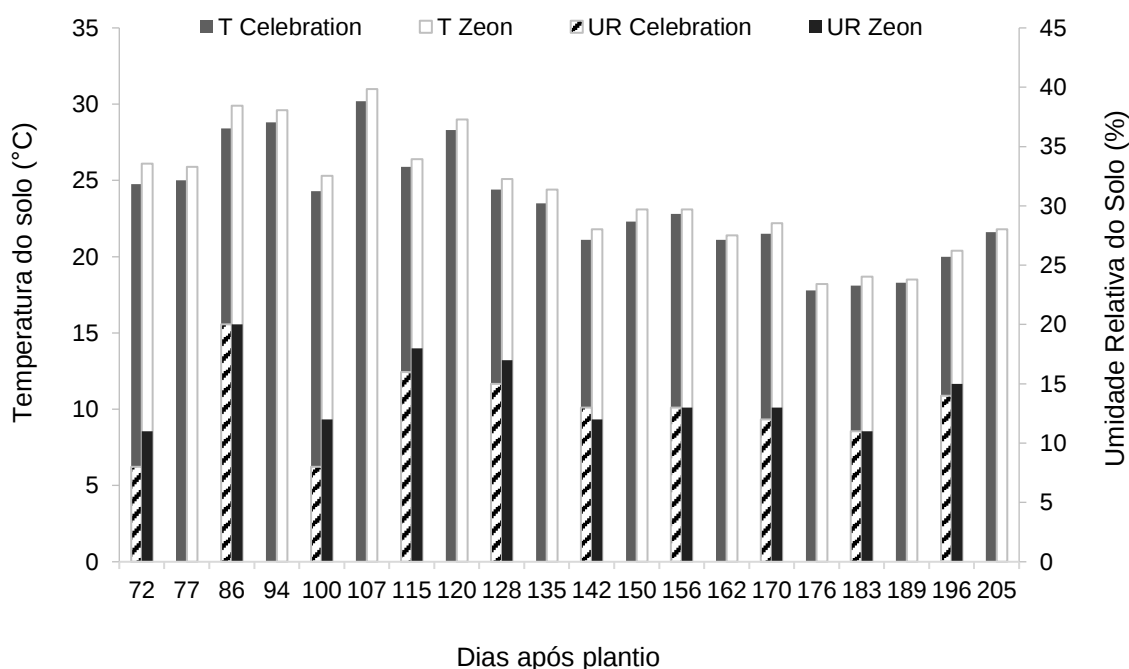
Instalou-se um mini-extrator (Figura 29) em cada subparcela para realizar a medição da solução do solo e assim determinar a condutividade elétrica, pH e teor de NO_3^- e K^+ , conforme metodologia realizada por Andrade (2016). A solução do solo teve avaliações quinzenais. As medidas realizaram-se por meio de equipamento portátil (pHmetro) e por meio de kits de leitura rápida da Horiba para determinar a concentração de NO_3^- , K^+ e da condutividade elétrica.

Figura 29- Extrator de solução do solo utilizado na área experimental - Botucatu, SP, 2019



Para medição de temperatura do solo utilizou-se o equipamento portátil específico para temperatura realizando uma média de três leituras em cada subparcela, em 5 subparcelas de cada parcela semanalmente. A umidade do solo foi obtida por meio da avaliação do peso seco, realizada em laboratório a cada quinze dias, sendo coletado 3 pontos por subparcela, em cinco destas (Figura 30).

Figura 30 - Dados de temperatura e umidade relativa do solo observados dos 72 aos 205 dias após o plantio (DAP) na área experimental - Botucatu, SP, 2019



2.2.5.3. Teor e exportação de nutrientes

A coleta das lâminas foliares para amostra realizou-se por meio da máquina de corte GreensMaster 1000 da empresa Toro. Este equipamento foi regulado para obter altura de corte de 12 mm por ser padrão nos fairways dos campos de golfe.

Realizada a coleta, as aparas foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas para estufa de circulação e renovação de ar forçada na temperatura de 65°C por 48 horas.

Após a secagem, os materiais foram moídos, e colocados em mesmo recipiente por época de avaliação, de dois em dois meses (64; 77; e 90 DAP, 105; 119; 134; e 148 DAP, 161; 175; 188; e 202 DAP) e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA – Unesp – Botucatu/SP, a fim de determinar a concentração de nutrientes na lâmina foliar, de acordo com a metodologia modificada de Malavolta et al. (1997).

Para o cálculo da exportação foi multiplicado o teor de nutrientes na folha pela quantidade de fitomassa seca das aparas relacionadas às mesmas épocas de avaliação.

2.2.6. Tratamento estatístico

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o software Sisvar v. 4.0 (FERREIRA, 2008).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Análise química do solo

Aos 202 DAP (junho de 2018) houve interação significativa entre espécie e adubação apenas para o potássio, e efeito significativo dos manejos da adubação para o pH, acidez potencial, teor de potássio, cálcio, magnésio, soma de bases, CTC e saturação por bases (Tabela 15). O solo nas parcelas com a grama Zeon apresentou maior pH, fósforo, cálcio, magnésio, soma de bases e V% em relação a Celebration.

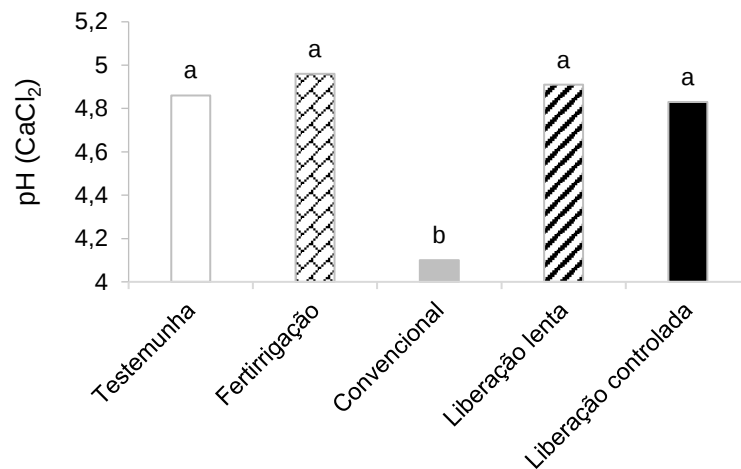
Tabela 15 - Resumo da análise de variância da química do solo de grama Zeon e Celebration aos 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fonte de variação	Características químicas do solo								
	pH	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	<i>p-value</i>								
Espécie	0,0152	0,0346	0,6615	0,0727	0,0035	0,0125	0,0022	0,0018	0,0160
Adubação	0,0001	0,1822	0,0001	0,0001	0,0001	0,0012	0,0001	0,0143	0,0001
Espécie x Adubação	1,0000	0,5036	0,5443	0,0117	1,0000	0,9917	1,0000	0,1740	1,0000
C.V. 1(%)	4,29	29,36	24,35	36,89	17,53	22,03	14,16	6,65	13,32
C.V. 2(%)	4,36	39,63	17,07	25,94	14,03	27,4	13,39	8,77	10,71

A adubação convencional foi o tratamento que mais acidificou o solo (acidez ativa e potencial), não havendo variação significativa entre os demais manejos de adubação (Figura 31 e 32). Esse mesmo tratamento também diminuiu significativamente a saturação por bases, teores de Ca, Mg, e soma de bases (Figura 33).

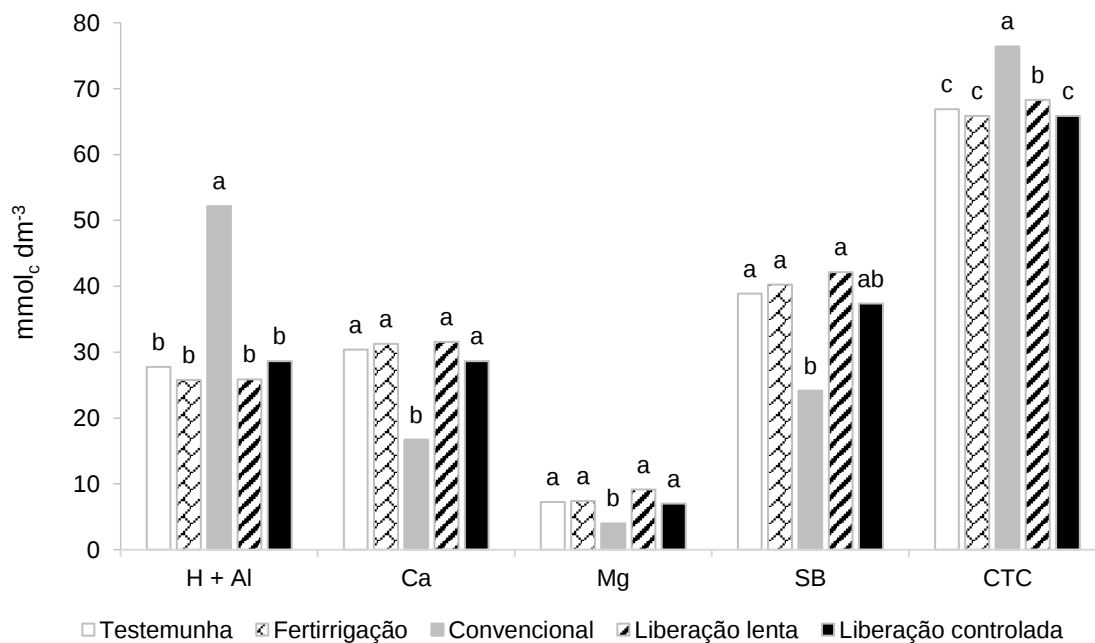
A CTC foi um pouco maior no manejo com fertilizante de liberação lenta, em relação aos demais manejos de adubação, com exceção do convencional, pelo efeito conjunto da soma de bases e acidez potencial. Além disso, a adição da ureia na adubação convencional contribui para o processo de nitrificação, em que os íons de hidrogênio acidificam mais o solo. Essa acidificação se torna mais preocupante ao considerar que esse efeito ocorreu em apenas seis meses e que, em gramados, onde não se consegue incorporar o calcário, após instalado, a correção da acidez potencial será mais difícil.

Figura 31 - Acidez ativa (pH) no solo de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



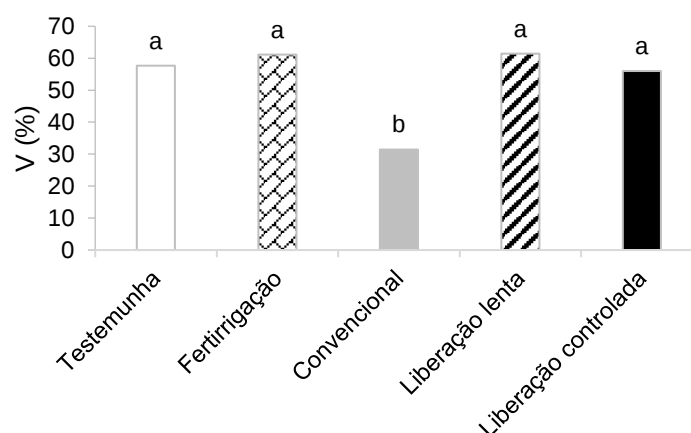
Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 32 - Acidez potencial (H+Al), cálcio, magnésio, soma de bases e capacidade de troca catiônica (CTC) de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 202 DAP (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 33 – Saturação de bases no solo de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

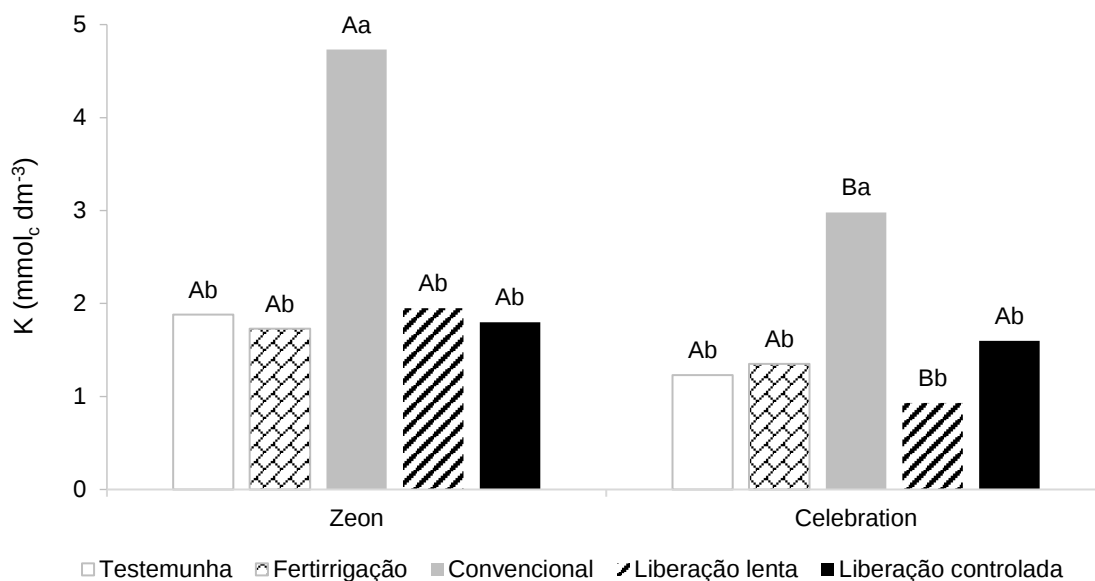


Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação significativa entre as espécies e manejo da adubação para o potássio no solo, em que a Zeon proporcionou maior teor em relação a Celebration, na adubação convencional, e na adubação de liberação lenta, sendo a primeira com maior valor obtido nas duas espécies (Figura 34). Esta diferença pode ter ocorrido em função da absorção de potássio pelas espécies de grama, onde a Celebration pode ter tido maior extração de K, reduzindo mais o teor deste no solo. Como a camada amostrada foi de ao 0 a 0,1 m, esta diferença entre as cultivares ($1,73 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ K}$), no caso da adubação convencional, equivaleria a, aproximadamente $67 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$, considerando que as perdas de K no solo seriam iguais para as duas cultivares, pois foram plantadas nas mesmas condições edafoclimáticas e receberam os mesmos tratos culturais, uma ao lado da outra.

Na adubação de liberação lenta, a Zeon apresentou relação de Ca : K maior que 30, e Mg : K maior que 10, valores que, segundo Carrow et al. (2001), podem causar deficiência de potássio.

Figura 34 - Teor de potássio no solo em função da adubação de grama Zeon e Celebration aos 202 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019.



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.2 Solução do Solo

2.3.2.1. Condutividade (CE)

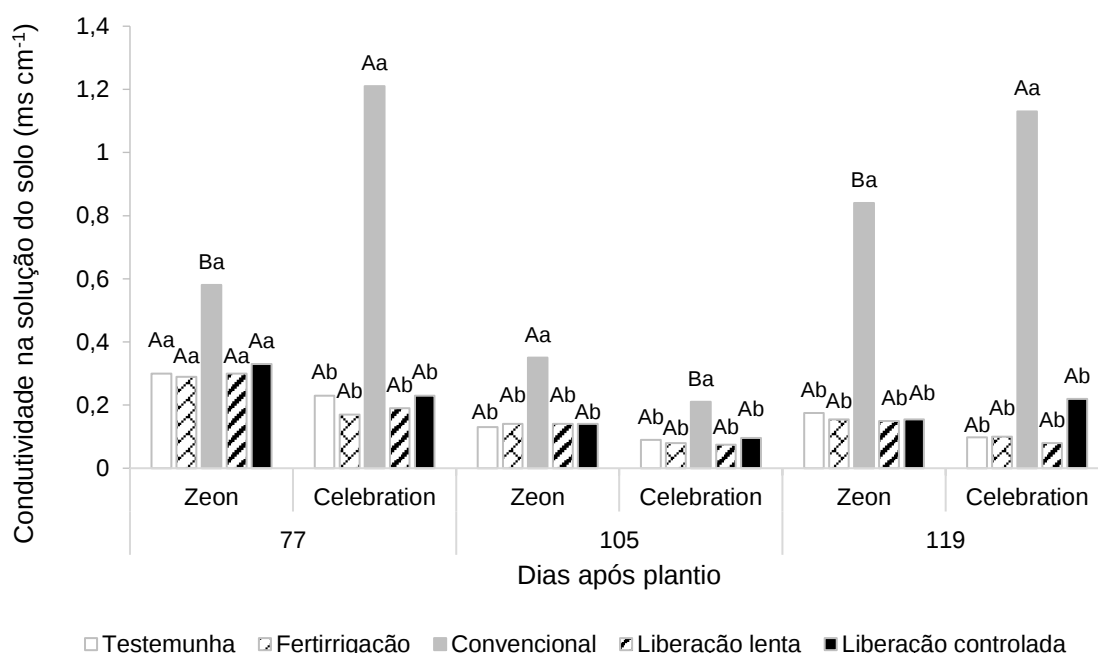
Para condutividade elétrica houve interação significativa entre as espécies de grama e manejo da adubação aos 105 e 119 DAP (Tabela 16). A partir dos 77 DAP teve efeito significativo do manejo da adubação, e para espécies, apenas aos 64 DAP, em que, nos tratamentos com Zeon a condutividade da solução do solo foi maior comparando com a Celebration.

Tabela 16 - Resumo da análise de variância da condutividade na solução do solo de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fontes de variação	Condutividade elétrica da solução do solo				
	Dias após plantio				
	64	77	90	105	119
	----- p-value -----				
Espécie	0,0004	0,1851	0,2657	0,1332	0,2199
Adubação	0,2049	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Espécie x Adubação	0,5509	0,0001	0,5578	0,0144	0,0205
C.V. 1(%)	16,32	26,35	78,97	52,15	33,72
C.V. 2(%)	73,3	36,61	32,23	26,95	32,76

Aos 77, 90, 105, e 119 DAP a adubação apresentou resposta significativa para os diferentes manejos. A adubação convencional proporcionou maior condutividade na solução do solo nas duas cultivares de grama (Figura 35). Verifica-se maiores variações condutividade na adubação convencional, possivelmente pela aplicação do mesmo ter sido realizada 19 e 16 dias antes da avaliação (77 e 119 DAP, respectivamente). Esse valor diminui gradativamente conforme vai sendo absorvido pela planta. Na adubação convencional, aos 77 e 119 DAP, a condutividade elétrica do solo foi maior no solo com a grama Celebration, em relação a Zeon.

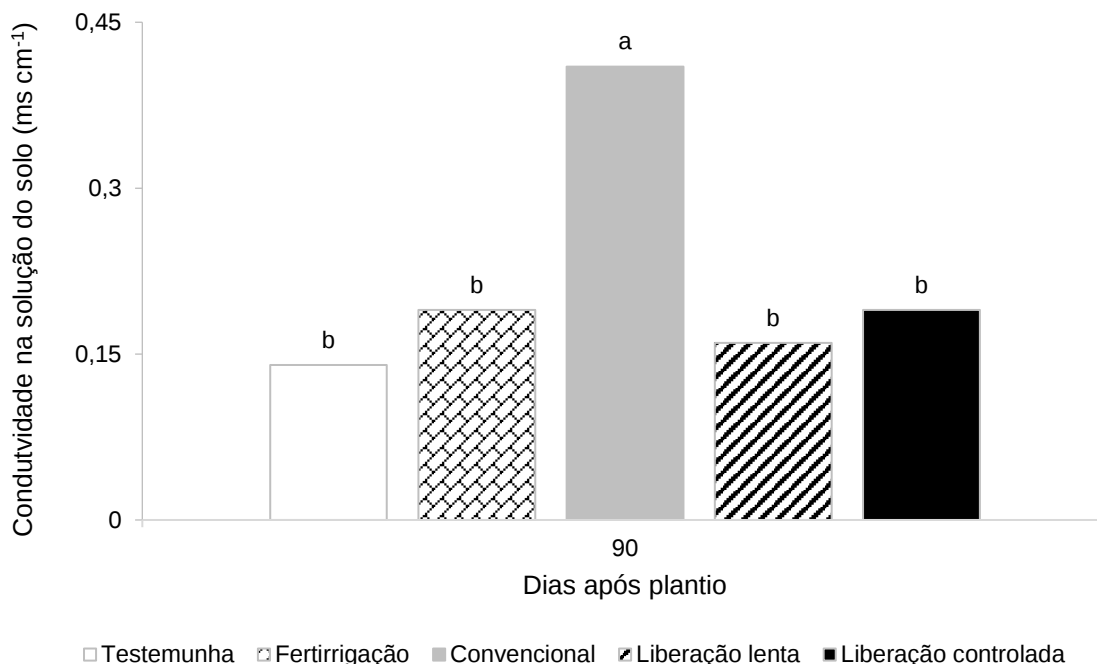
Figura 35 - Condutividade na solução do solo de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 77, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Maior condutividade foi observada na adubação convencional possivelmente devido a adubação ter sido realizada poucos dias antes da avaliação (Figura 36).

Figura 36 - Condutividade na solução do solo de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 90 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.2.2 pH

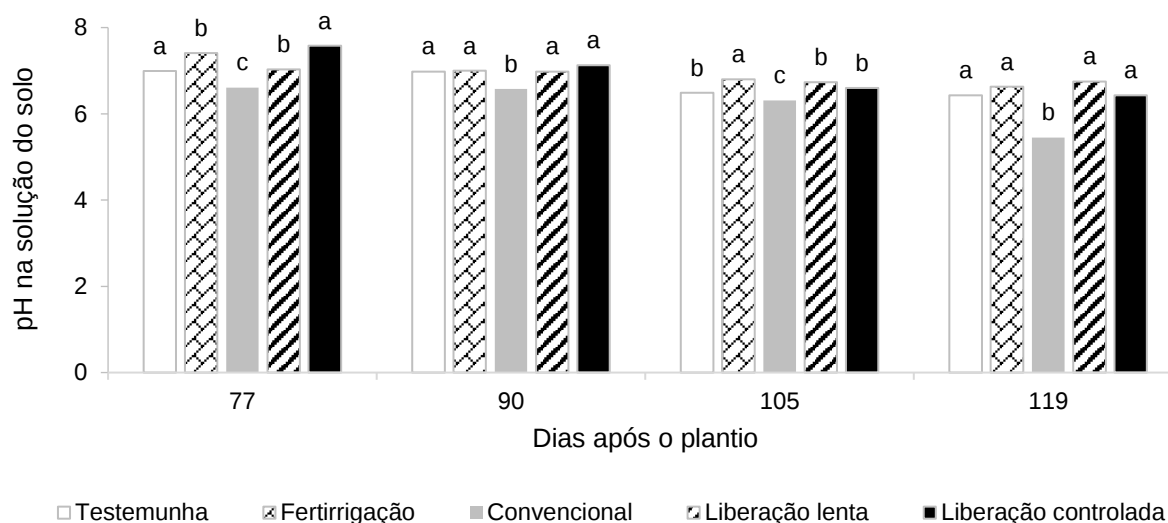
Não houve interação significativa entre espécie e manejo da adubação para o pH, entretanto houve efeito significativo para adubação aos 77, 90, 105, e 119 DAP, e para espécie aos 77 DAP, em que a solução do solo, nos tratamento com a Zeon, apresentou maior pH em relação a Celebration (Tabela 17).

Tabela 17 - Resumo da análise de variância do pH na solução do solo de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fonte de variação	pH da solução do solo				
	Dias após plantio				
	64	77	90	105	119
	----- p-value -----				
Espécie	0,4308	0,0328	0,1030	0,6910	0,9093
Adubação	0,2357	0,0040	0,0017	0,0001	0,0205
Espécie x Adubação	0,2851	1,0000	1,0000	0,9770	0,7667
C.V. 1(%)	6,77	8,41	5,06	8,32	2,98
C.V. 2(%)	3,86	6,18	2,65	6,47	3,98

Aos 90 e 119 DAP, observou-se menor pH na adubação convencional, sem diferenças significativas entre os demais tratamentos. Entretanto, aos 105 DAP, a fertirrigação obteve maior pH em relação aos demais manejos de adubação, uma vez que foi utilizado o nitrato de cálcio como fonte de N, e a adubação convencional foi a que mais acidificou o solo (Figura 37), fato esse que pode ser justificado pela presença da ureia em sua composição.

Figura 37 - Teor de pH na solução do solo de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 77, 90, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.2.3 Nitrato (NO_3^-)

A interação entre espécie e adubação foi significativa somente aos 90 e 119 DAP para o nitrato na solução do solo; para adubação aos 77, 90, 105, e 119 DAP, e para espécie somente aos 105 DAP, em que a solução do solo nos tratamentos com a Zeon apresentou maior teor de nitrato em relação a Celebration (Tabela 18).

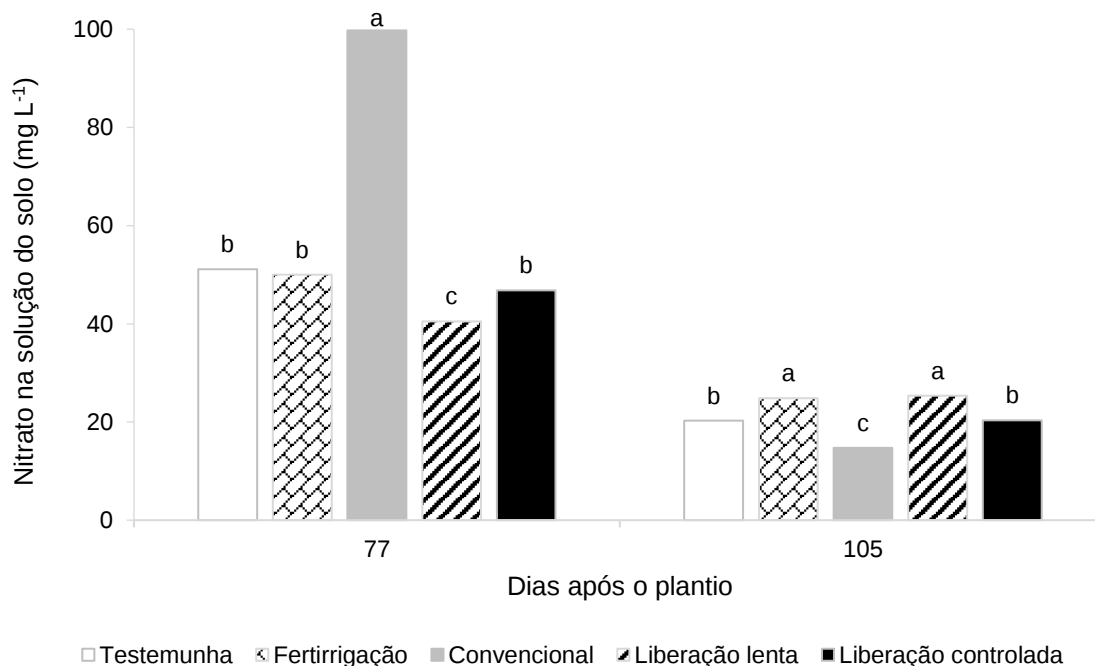
Tabela 18 - Resumo da análise de variância do nitrato na solução do solo pela grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fontes de variação	Teor de nitrato na solução				
	Dias após plantio				
	64	77	90	105	119
	----- <i>p-value</i> -----				
Espécie	0,4797	0,0996	0,3334	0,0242	0,0755
Adubação	0,8522	0,0337	0,0001	0,0082	0,0001
Espécie x Adubação	0,8424	0,2032	0,0110	0,1273	0,0056
C.V. 1(%)	53,8	47,8	178,51	18,41	71,46
C.V. 2(%)	46,29	64,13	20,91	24,33	26,73

Valores superiores de nitrato na solução do solo, com o uso da adubação de liberação gradual e da fertirrigação, foram verificados aos 90 DAP. Após aplicação do adubo convencional, o nitrato na solução do solo obteve maior teor desse nutriente, mostrando necessidade de mais aplicação deste para obter melhores resultados. A Celebration apresentou maior quantidade de nitrato em relação a Zeon nessas avaliações.

Aos 77 DAP observou-se maior teor de nitrato na solução com adubação convencional, efeito possível pelo fertilizante ter sido aplicado aos 58 DAP, fazendo com que o nutriente tenha mais tempo para caminhar no solo, o que não ocorreu aos 105 DAP com esse mesmo tratamento, tornando-o inferior aos demais, provavelmente, pela rápida absorção pela grama ou perdas por lixiviação (Figura 38). Também, aos 77 DAP, a fertirrigação e adubo de liberação controlada apresentaram maior teor de nitrato, na solução, em relação ao tratamento com fertilizante de liberação lenta. Contudo, aos 105 DAP, a fertirrigação e a liberação lenta obtiveram maior quantidade que a liberação controlada.

Figura 38 - Nitrato na solução do solo na média das gramas Zeon e Celebration em função da adubação aos 77 e 105 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.2.4 Potássio (K^+)

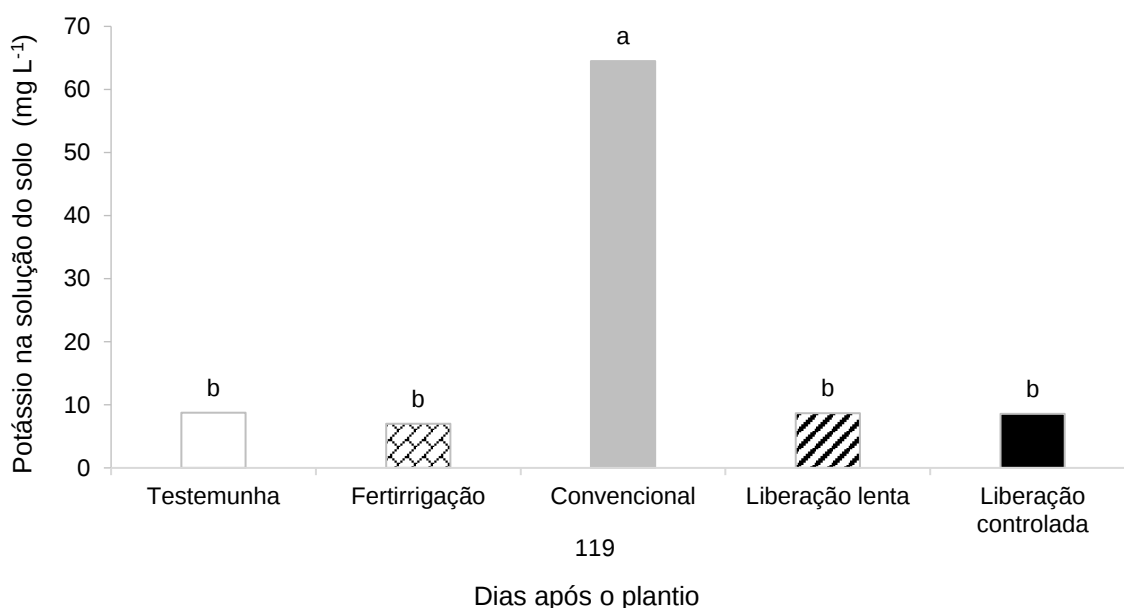
Não foi observada interação significativa entre espécie e manejo da adubação para o potássio, porém, verificou-se resultado significativo para o manejo da adubação ao 119 DAP (Tabela 19).

Tabela 19 - Resumo da análise de variância do teor de potássio na solução do solo de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, 90, 105, e 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019

Fontes de variação	Teor de potássio na solução				
	Dias após plantio				
	64	77	90	105	119
	----- p-value -----				
Espécie	0,0170	0,6142	0,1075	0,0051	0,1813
Adubação	0,1774	0,2819	0,5972	0,1489	0,0001
Espécie x Adubação	1,0000	0,4328	0,2291	0,1408	0,2997
C.V. 1(%)	54,22	317,85	132,77	36,42	41,52
C.V. 2(%)	53,77	271,01	87,13	35,44	47,88

Na Figura 39, nota-se maior quantidade de potássio na solução do solo com adubação convencional, não apresentando diferença significativa entre os demais tratamentos. Essa maior quantidade pode ter sido ocasionada devido adubação realizada aos 103 DAP adicionado da elevada quantidade de chuva ocorrida momentos antes da retirada da solução do solo, fazendo com que o adubo caminhasse mais rápido no perfil do solo.

Figura 39 - Potássio na solução do solo de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 119 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.4 Teor de nutrientes nas aparas de grama

Para o teor foliar de nutrientes houve interação entre espécie com o manejo de adubação para o P e K, e significativo para o manejo de adubação em todos macronutrientes, na primeira análise, dos 64 aos 90 DAP (Tabela 20). Entre as espécies somente não houve diferença no teor foliar de P.

Tabela 20 – Resumo da análise de variância do teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration aos 64, 77, e 90 dias após plantio (DAP) - Média das três avaliações, - Botucatu, SP, 2019

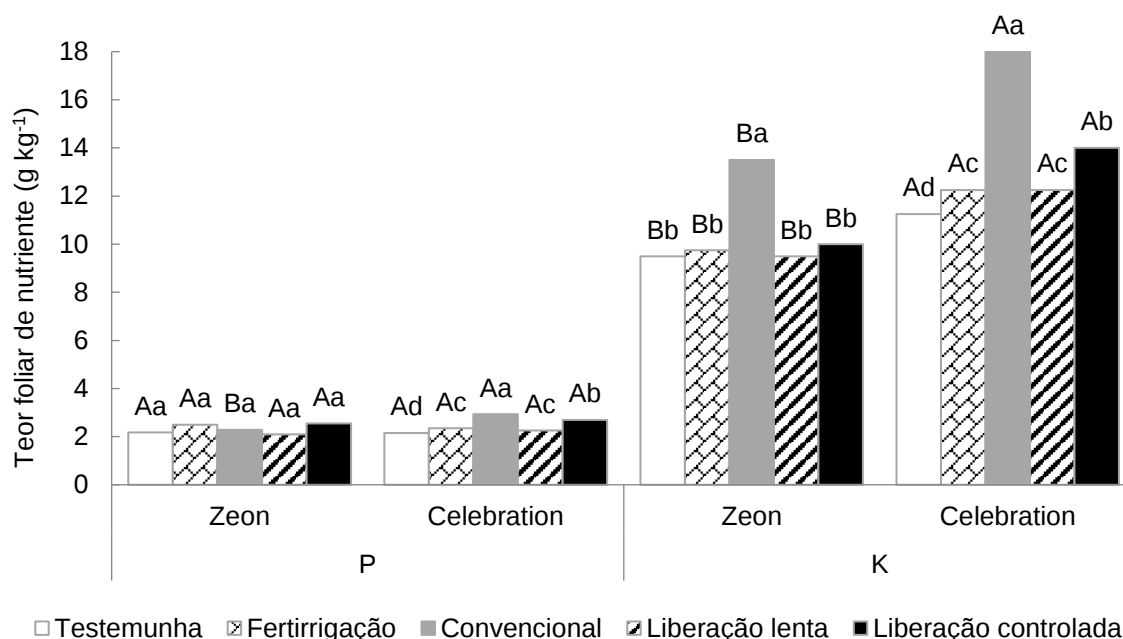
Fonte de variação	Teor foliar					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- <i>p-value</i> -----					
Espécie	0,0054	0,1807	0,0026	0,0154	0,0029	0,0011
Adubação	0,0000	0,0002	0,0000	0,0152	0,0006	0,0000
Espécie x adubação	0,1784	0,0145	0,0399	0,0626	0,0593	0,2706
C.V. 1(%)	8,78	11,77	8,74	9,44	10,23	8,76
C.V. 2(%)	9,78	9,13	7,70	10,38	4,94	12,43

Na Zeon não houve diferença nos teores foliares de P, entre os manejos de adubação, entretanto os teores no manejo convencional foram menores nesta grama, em comparação à Celebration (Figura 40).

Na grama Celebration, tanto para o teor foliar de P quanto para o de K, os valores seguiram a ordem decrescente da convencional > liberação controlada > lenta = fertirrigação.

Os teores foliares de K foram maiores na Celebration, em todos os manejos de adubação. Na Zeon, o teor foliar de K foi maior no manejo convencional. A concentração de P na lâmina foliar atingiu valores suficientes (2,5-3,5 g kg⁻¹) segundo McCarty (2005) nos tratamentos com fertirrigação e liberação controlada na Zeon, e na adubação convencional e de liberação controlada na Celebration. Entretanto, para o K, somente atingiu valores adequados (15-20 g kg⁻¹) na Celebration, com adubação convencional.

Figura 40 - Teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 64, 77, e 90 dias após o plantio (DAP) - média das três avaliações - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O nitrogênio obteve teores semelhantes entre adubação de liberação lenta, controlada e fertirrigação, sendo menores em relação à convencional. Para o cálcio, a ordem de maior concentração na lâmina foliar ocorreu com a fertirrigação, adubação de liberação controlada e lenta, e convencional (Figura 41).

A concentração de Ca nas lâminas foliares com o uso da fertirrigação pode ter sido superior às demais adubações devido a presença do nitrato de cálcio na composição do adubo.

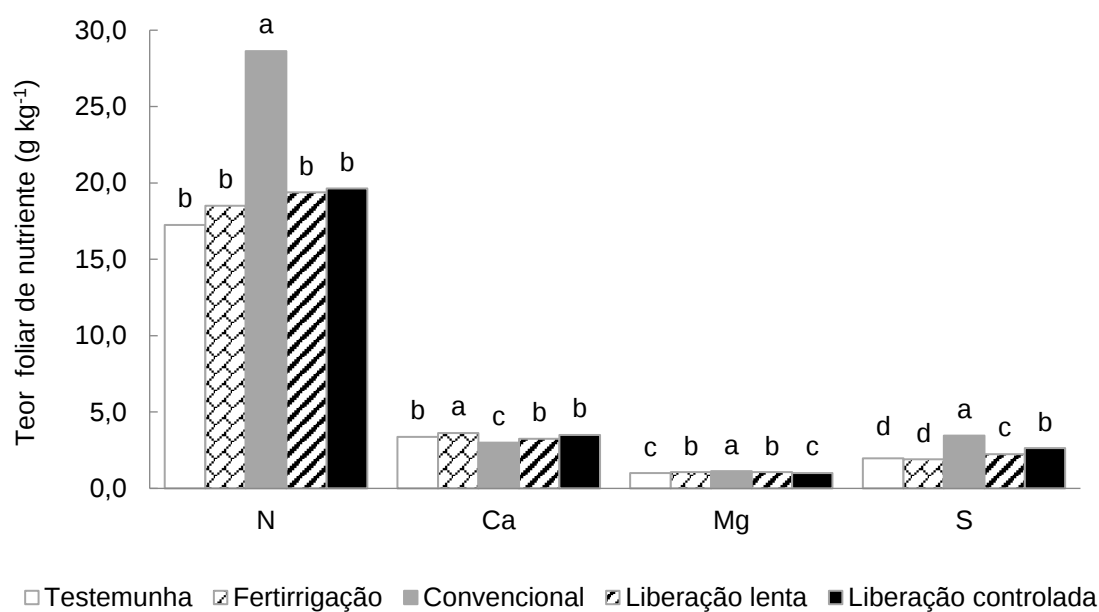
O menor teor de magnésio ocorreu na adubação de liberação controlada, fertirrigação, liberação lenta e convencional. Observou-se na liberação controlada valores semelhantes à adubação convencional, seguido da liberação lenta e fertirrigação.

Para McCarty (2005) em bermudas, a concentração de N, Ca, Mg, e S em lâminas foliares considerados suficientes seria 40-45; 5,0-6,0; 3,0-4,0; e 5,0-6,0, respectivamente, valores não obtidos em nenhum tratamento de adubação nessa amostra.

Estudos realizados pela Universidade da Carolina do Norte (2003) e relatados por Godoy e Villas Bôas (2003) apresenta a diferença da quantidade de N a ser aplicado

parcelado durante o ano em bermuda híbrida e zoyzia, sendo 250 a 300 kg ha⁻¹ para a primeira, e 75 kg ha⁻¹ para a segunda, ou seja, menor exigência em adubação.

Figura 41 - Teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 64, 77, e 90 dias após o plantio (DAP) - média das três avaliações - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

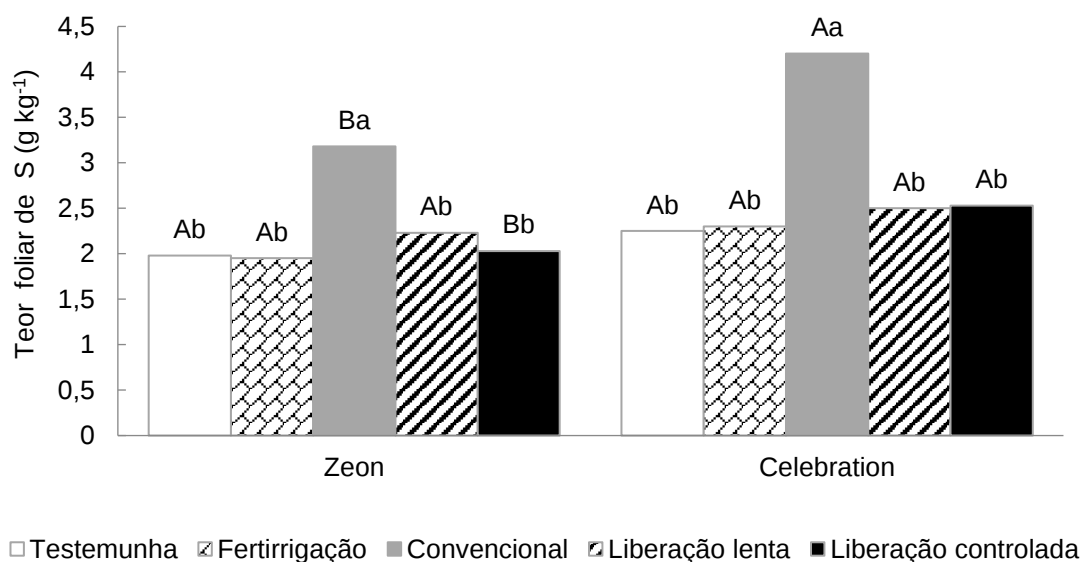
Teores considerados adequados para grama, de acordo com Mills e Jones (1996), foram obtidos com adubação de liberação lenta e convencional, para P, e convencional, para o S. Houve interação significativa entre as espécies de grama e adubação somente com enxofre na segunda análise (Tabela 21). As diferenças entre adubação ocorreram para nitrogênio e potássio e entre espécies para N, K, Ca, Mg e S.

Tabela 21 – Resumo da análise de variância do teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration aos 105, 119, 134, e 148 dias após plantio (DAP) - média das quatro avaliações - Botucatu, SP, 2019.

Fonte de variação	Teor foliar					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- <i>p-value</i> -----					
Espécie	0,0061	0,1861	0,0014	0,0016	0,0031	0,0044
Adubação	0,0000	0,1181	0,0000	0,4269	0,4439	0,0000
Espécie x adubação	0,3130	0,0692	0,4559	0,4269	0,0716	0,0417
C.V. 1(%)	13,19	13,51	6,75	8,91	11,11	7,85
C.V. 2(%)	12,24	10,57	9,27	8,91	8,70	10,37

Na Figura 42, observa-se maior teor de enxofre nas lâminas foliares da grama Celebration com adubação convencional e com fertilizante de liberação controlada. As demais fontes de adubação apresentaram valores semelhantes entre as espécies. Os diferentes manejos de adubação tiveram valores semelhantes entre si, com exceção da convencional, na Zeon e Celebration.

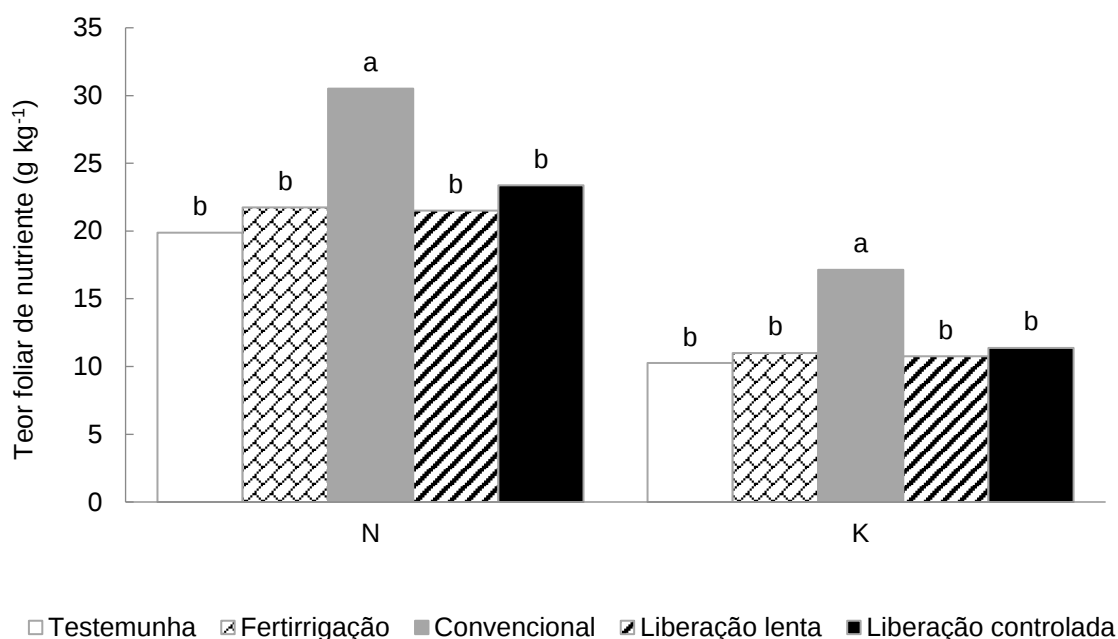
Figura 42 - Teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 105, 119, 134, e 148 dias após o plantio (DAP) - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o nitrogênio e potássio, os diferentes manejos de adubação apresentaram resultados semelhantes, exceto a convencional, que apresentou valores superiores (Figura 43).

Figura 43 - Teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 105, 119, 134, e 148 dias após o plantio (DAP) - média das quatro avaliações - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O nitrogênio e o enxofre adquiriram teores inferiores ao suficiente em lâmina foliar para bermuda, segundo McCarty (2005). Entretanto, o potássio atingiu esse valor com adubação convencional. De acordo com Mills e Jones (1996), atingiram teores adequados nas aparas de zoysia a adubação de liberação lenta, controlada, e fertirrigação, para o N. Nota-se valores muito alto ($> 30 \text{ g kg}^{-1}$) na convencional, podendo ocasionar possíveis queimas no gramado e acidificação no solo. De acordo com o mesmo autor, para o K, com o uso da fertirrigação e liberação controlada, e, para o S, somente a convencional, apresentaram valores suficientes para nutrição do gramado desta espécie.

Na terceira data de avaliação, houve interação significativa entre as espécies de grama e adubação para teores de fósforo e cálcio (Tabela 22). Em relação ao manejo de adubação, houve valores significativos para nitrogênio, potássio e enxofre, e entre espécies para todos os macronutrientes.

Tabela 22 – Resumo da análise de variância do teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration aos 161, 175, 188, 202 dias após plantio (DAP) - média das quatro avaliações - Botucatu, SP, 2019

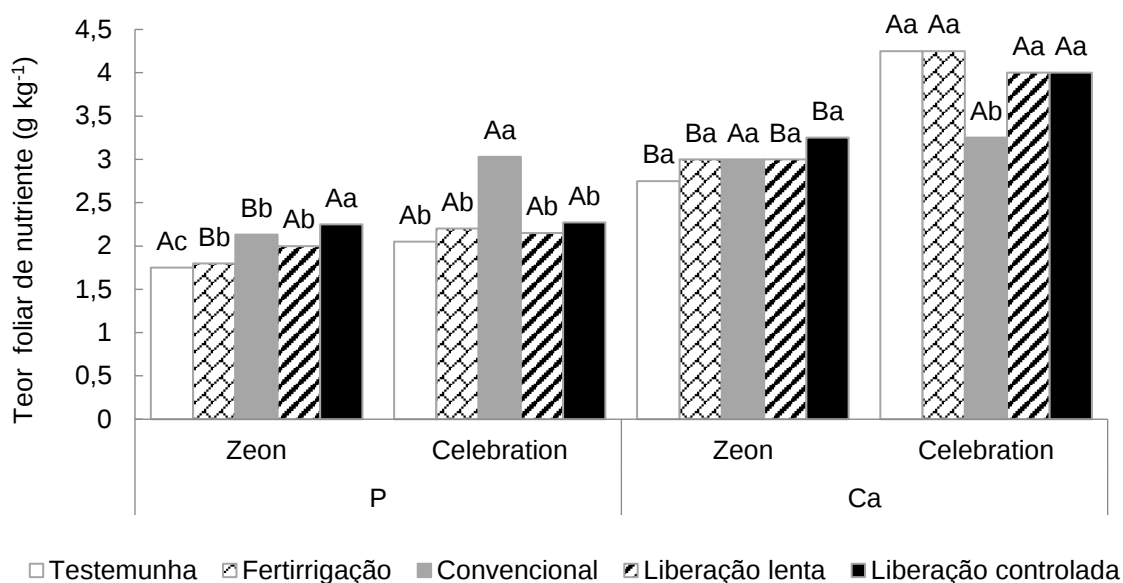
Fonte de variação	Teor foliar					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- <i>p-value</i> -----					
Espécie	0,0164	0,0031	0,0005	0,0080	0,0161	0,0047
Adubação	0,0000	0,0000	0,0000	0,0436	0,3273	0,0000
Espécie x adubação	0,2724	0,0104	0,0948	0,0131	0,2526	0,4874
C.V. 1(%)	25,57	5,89	6,39	13,65	14,24	4,11
C.V. 2(%)	12,88	10,77	11,47	9,83	14,86	11,47

A Celebration apresentou maiores valores de P com fertirrigação e adubação convencional comparando com a Zeon (Figura 44). Quanto ao Ca, a Celebration também obteve teores mais elevados que a Zeon com fertirrigação, adubação de liberação lenta e controlada.

Maiores teores de P foram observados na Zeon com adubação de liberação controlada, e valores semelhantes entre si nas de liberação lenta, convencional e fertirrigação. Entretanto, na Celebration, a convencional apresentou mais fósforo que os demais manejos de adubação.

Em relação ao Ca, valores semelhantes observaram-se entre as diferentes adubações, porém, na Celebration, a adubação convencional apresentou valores bem abaixo dos demais tratamentos.

Figura 44 - Teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 161, 175, 188, 202 dias após o plantio (DAP) - média das quatro avaliações - Botucatu, SP, 2019

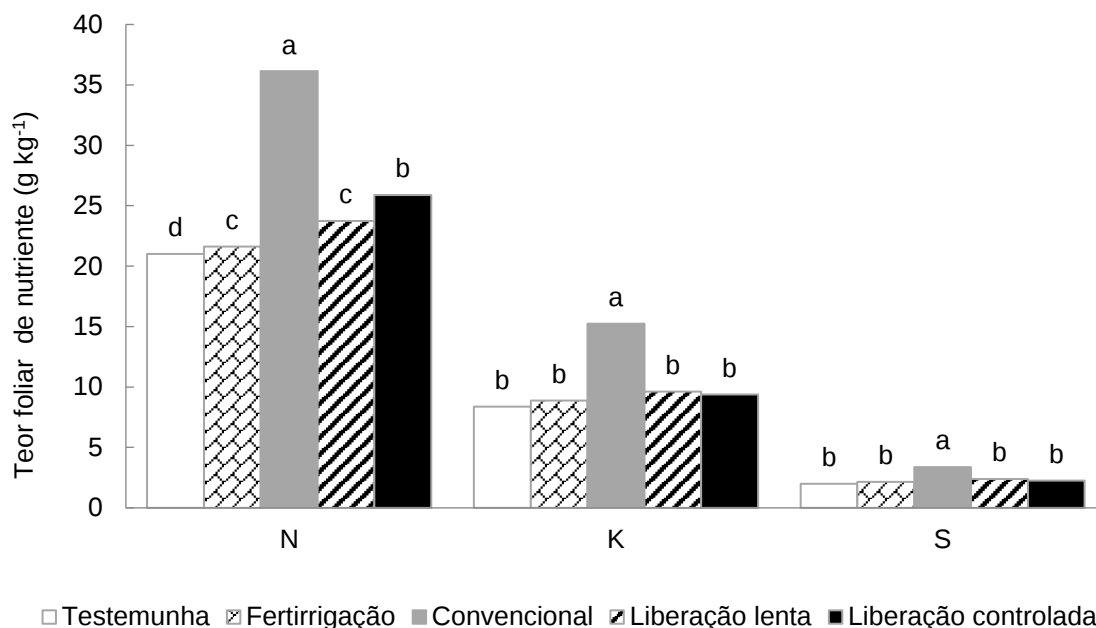


Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se alto teor de nitrogênio nas lâminas foliares com adubação convencional (Figura 45). A fertirrigação e adubação de liberação lenta apresentaram valores semelhantes, porém, menores que adubação controlada.

Para o potássio e o enxofre, verificaram-se teores semelhantes entre os diferentes manejos, entretanto, a adubação convencional obteve valores superiores.

Figura 45 - Teor de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration em função da adubação aos 161, 175, 188, 202 dias após o plantio (DAP) - média das quatro avaliações - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O cálcio, nitrogênio, e enxofre não atingiram teores adequados para bermuda, de acordo com McCarty (2005), sendo somente o fósforo (na Celebration) e o potássio, na adubação convencional, com valores considerados ideais.

Para o N, segundo Mills e Jones (1996), apresentaram valores suficientes para zoysia a adubação de liberação lenta e a fertirrigação. Entretanto, para o P, foram a adubação de liberação lenta e controlada, e a convencional. De acordo com o mesmo autor, o enxofre adquiriu valores ideais com a adubação convencional.

2.3.6 Exportação total de nutrientes nas aparas de grama

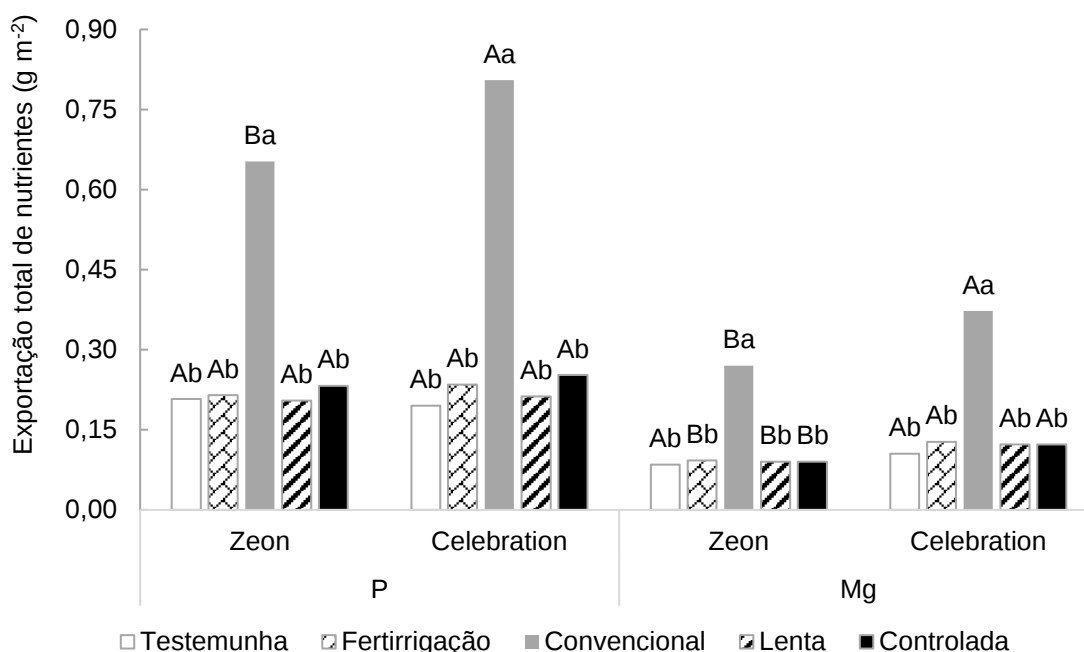
Houve interação significativa entre espécies de grama e adubação para a exportação de fósforo e magnésio. Para este último, também houve diferença significativa entre espécies. Os demais nutrientes apresentaram valores significativos entre os diferentes manejos de adubação (Tabela 23).

Tabela 23 - Resumo da análise de variância da exportação total de nutrientes foliar de grama Zeon e Celebration - Botucatu, SP, 2019

Fator de variação	Exportação de nutrientes foliar					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- p-value -----					
Espécie	0,1924	0,2930	0,1008	0,0808	0,0523	0,0858
Adubação	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Espécie x Adubação	0,9318	0,0545	0,1790	0,8323	0,0046	0,2025
C.V.1 (%)	27,0	29,0	31,4	26,1	30,5	27,0
C.V.2 (%)	18,5	17,6	18,4	14,6	14,1	18,4

A Celebration apresentou teores de fósforo e magnésio mais elevado em relação à Zeon com adubação convencional (Figura 46). A fertirrigação, adubação com fertilizantes de liberação lenta e controlada apresentaram valores semelhantes entre si na exportação de P, entretanto, para o Mg, verificou-se menores valores desses manejos de adubação na Zeon.

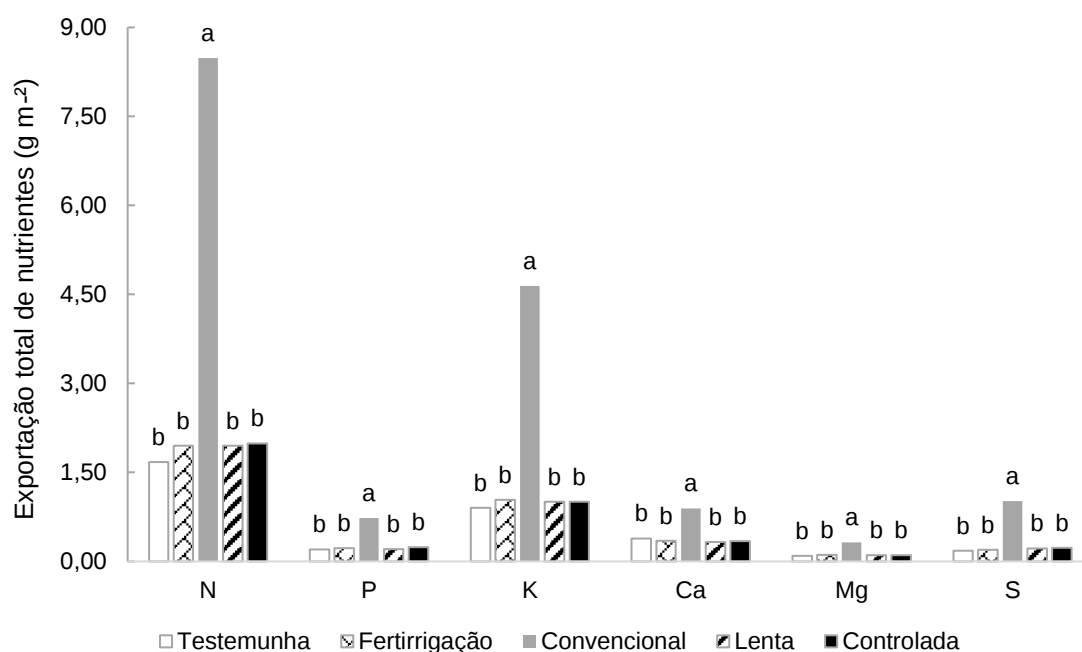
Figura 46 – Exportação total de fósforo e magnésio de grama Zeon e Celebration em função da adubação - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, maiúsculas entre espécies e minúsculas entre adubação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se maior exportação total de nutrientes utilizando adubação convencional, sendo os demais tratamentos com valores semelhantes entre si (Figura 47). Para o nitrogênio, observa-se valores discrepantes com a adubação convencional em relação aos demais manejos de adubação. Desde modo, faz com que tenha crescimento excessivo do gramado, aumentando a necessidade de corte, e, conseqüentemente, elevando o custo do manejo de adubação.

Figura 47 – Exportação total de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre de grama Zeon e Celebration em função da adubação - Botucatu, SP, 2019



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A exportação de nutrientes pelas aparas das gramas Zeon e Celebration foi de, em kg ha⁻¹: 82,6 a 87,1 de N; 6,5 a 8,1 de P; 41,9 a 50,9 de K; 8,4 a 9,5 de Ca; 2,7 a 3,7 de Mg e 9,2 a 11,1 de S.

CONCLUSÕES

A adubação convencional acidificou mais o solo que os demais tratamentos, assim como o teor de bases foi menor.

O teor de K do solo foi maior nos tratamentos com a grama Zeon, em comparação com a Celebration;

O teor de Ca foi maior no manejo com a fetirrigação. A Celebration apresentou maior exportação de nutrientes em relação à Zeon.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C. Fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 737-768. ANDRADE, T. F. Desenvolvimento da grama bermuda Tifway em diferentes manejos de irrigação e de adubação. 2016. 78 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

AYLWARD, L. **2016 Olympics: Zeon Zoysia in the Spotlight**. 2016. Disponível em: <<https://www.superintendentmagazine.com/zeon-zoysiagrass-rio-golf-course/>>. Acesso em mar. 2018.

BACKES, C. Aplicação e efeito residual do lodo de esgoto em sistemas de produção de tapetes de grama esmeralda. 2008. 152 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia/ Horticultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

BENNETT, E. **Slow-release fertilizers**. **Virginia Gardener Newsletter, Blacksburg**, v. 11, n. 4, 1996. Disponível em: <www.ext.vt.edu/departments/envirohort/articles/misc/slowrels.html>. Acesso em: set. 2017.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos-CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. Sisvar. DEX/UFLA. Versão 5.3 (build 75). **Suporte Econômico**. CNPq. 2008.

CARROW, R. N.; WADDINGTON, D. V.; RIEKE, P. E. **Turfgrass soil fertility and chemical problems: assessment and management**. Ann Arbor Press, Chelsea, MI. 2001.

GREEN GRASS. **Zeon zoysia**. Disponível em: <<http://www.greengrass.com.br/index.php/gramas/zeon-zoysia>>. Acesso em: jan. 2017.

GURGEL, R. G. A. Tendência mundial do mercado de gramas: manejo e uso das espécies. In: VI SIGRA - Simpósio sobre Gramados. Tópicos Atuais em Gramados III. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2012. p. 133.

KIM, Y. S.; KIM; T. S; HAM, S. K.; BANG, S. W.; LEE, C. E. The Effect of Compound Fertilizer Contained Slow Release Nitrogen on Turfgrass Growth in Kentucky bluegrass and on Nitrogen Change in Root Zone. **Asian Journal of Turfgrass Science**, v.23, 2009, p.101-110.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C; OLIVERA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: **Potafos**, 1997. 317 p.

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 71, p. 1-49, 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, os diferentes manejos de adubação apresentaram comportamento distintos entre si e entre as cultivares de grama.

A grama Zeon apresentou maior crescimento em relação a Celebration.

A grama Celebration apresentou coloração mais verde escuro e maior acúmulo de nutrientes em relação a Zeon.

REFERÊNCIAS

- AYLWARD, L. **Olympics: Zeon Zoysia in the Spotlight**. 2016. Disponível em: <<https://www.superintendentmagazine.com/zeon-zoysiagrass-rio-golf-course/>>. Acesso em mar. 2018.
- ALMEIDA, R. G. R. **Irrigação no desenvolvimento da grama Bermudas**. 2012. 36 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.
- AMARAL, J. A.; CASTILHO, R. M. M. Fertilizantes comerciais de liberação imediata e controlada na revitalização de grama batatais. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 22, n. 2, p. x-x, 2012.
- BACKES, C. et al. Produção de pimenta ornamental em função de substratos e doses de adubação com fertilizantes de liberação lenta e tradicional. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 6, p. 68, 2007.
- BORSARI, F. Fertilizantes inteligentes: as novas tecnologias permitem o consumo dos nutrientes pelas plantas de forma gradativa, lenta e controlada. **Agro DBO**, v. 20, p. 54-57, São Paulo, 2013.
- DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, J. F. M.; SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p.496-504, 2005.
- DUENHAS, L. H. et al. Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja (*Citrus sinensis* O.) 'valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 214-218, abril 2002.
- GIACOIA NETO, J. Irrigação de campos de futebol Parte IV: manejo de controles. **Irriganize**, Campinas-SP, n. 22, p. 22-25, jun. 2011.
- GIACOIA NETO, J. Formas práticas de manejo de irrigação. In: II SIGRA – Simpósio sobre gramados. Botucatu, SP, 2004. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2004. p. 17
- GUERTAL, E.; FRANK, K. Adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para gramas. In: VI SIGRA - Simpósio sobre Gramados ^[1]_[SEP] Tópicos Atuais em Gramados III, **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2012. p. 42.
- GURGEL, R. G. A. Tendência mundial do mercado de gramas: manejo e uso das espécies. In: VI SIGRA - Simpósio sobre Gramados Tópicos Atuais em Gramados III. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2012. p. 133.

MARÍN, C. E. Campos de Golf y Medio Ambiente. Una Interacción Necesaria. **Cuadernos de Turismo**, v.14, 2004. p. 67-111

NAZ, M. Y.; SULAIMAN, S.A. Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: a review. **Journal of Controlled Release**, n. 225, p. 109- 120, 2016.

SOUZA, A.S. et. al. **Efeitos de doses de nitrogênio e potássio aplicadas por fertirrigação nos aspectos vegetativos e produtivos de feijão-vagem**. 2003. Disponível em:<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/152218>>. Acesso em: mai. 2016.

VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L.J.G. Possibilidades da utilização da fertirrigação em gramados. II SIGRA – Simpósio Sobre Gramados – “Manejo de Gramas na Produção e em Gramados Formados ”. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2004.

VILLAS BÔAS, R. L. et al. Efeito de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional através da fertirrigação na cultura do pimentão. **Revista Brasileira de Olericultura**, v. 13, p. 801-802, 2000.

QUIROGA-GARZA, H. M.; PICCHIONI, G. A.; REMMENG, M. D. Bermudagrass fertilized with slow-release nitrogen sources. I. Nitrogen Uptake and potential leaching losses. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 30, p. 440-448, 2001.