



MARCELA BOTEZELLI

**SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA PRODUÇÃO DE
PALHADA DE *Urochloa brizantha* cv. Piatã**

**LAVRAS – MG
2019**

MARCELA BOTEZELLI

**SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA PRODUÇÃO DE PALHADA
DE *Urochloa brizantha* cv. Piatã**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

MARCELA BOTEZELLI

**SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA PRODUÇÃO DE PALHADA
DE *Urochloa brizantha* cv. Piatã**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 22/11//2019
Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel - UFLA
Me. Karina Mendes Bertolino - UFLA
Dra. Natália Botega Alves - UFLA

Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

Aos meus pais pelo amor incondicional e incentivar na busca de meus sonhos.

Aos meus irmãos e cunhadas pelo exemplo a seguir.

E à toda minha família pelo apoio e força.

Com amor

... OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo benefício à vida e toda oportunidade a mim proporcionada. A nossa Senhora Aparecida, por cuidar de mim e ao meu anjo da guarda por sempre me proteger e me guardar.

Aos meus pais, Enedir e Archimedes, por toda a dedicação, força, apoio e fé depositados em mim durante toda minha vida. Sem vocês eu não seria nada.

Aos meus irmãos, Francisco, Diego, Pedro e Heloisa, por todos os conselhos e por serem minha fortaleza.

Às minhas cunhadas, Andressa, Daiana e Manoela, pelas conversas e pela presença em minha vida.

Às minhas avós, Aurora e Therezinha, por cuidarem de mim e me ajudarem quando precisei.

Aos tios, tias, primos e primas, por todo apoio e incentivo.

Aos meus amigos e amigas por me incluírem em suas vidas e proporcionarem momentos de diversão.

Aos amigos da UFLA, em especial ao “Grupo UAI”, por toda experiência compartilhada e pela grande amizade durante todos esses anos.

Ao meu orientador Dr. Prof. Élberis Pereira Botrel por todo ensinamento e pela ajuda no desenvolvimento desse trabalho.

As pós-graduandas Karina Bertolino e Natália Botega por toda paciência, atenção e auxílio nesse trabalho.

Ao Núcleo de Estudos em Sistema de Plantio Direto (NESPDP) pela ajuda e dedicação na condução desse experimento.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Agricultura (DAG), por contribuir com todo aprendizado e pela minha formação.

A todos que participaram diretamente ou indiretamente para a minha formação e para a realização desse trabalho.

RESUMO

Considerando que um dos maiores entraves à produção agrícola é a ocorrência de doenças e que o produtor agrícola busca sempre por maiores produtividades associadas à qualidade do produto, muitos esforços têm sido direcionados no desenvolvimento de estratégias com a finalidade de trazer mais facilidade e soluções para o campo. Uma alternativa que tem se mostrado eficiente em incrementar a produção e sua qualidade é a aplicação de silício (Si) no solo. Embora o Si não seja considerado um elemento essencial na nutrição das plantas, seu efeito benéfico sobre o crescimento e desenvolvimento tem sido demonstrado em muitas espécies. Não diferente as espécies produtoras de grãos, as pastagens também devem ser submetidas a tratamento e manejo adequados, visando sempre aumentar seu desempenho produtivo e sua qualidade. Este estudo teve como objetivo analisar o desempenho da produção de matéria verde e seca da cultivar Piatã sob diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio. O experimento foi implantado no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia – CDTT pertencente ao Departamento de Agricultura – DAG da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizado na Fazenda Palmital no município de Ijaci/Mg. O estudo foi implantado em delineamento blocos casualizados (DBC), com oito repetições. Os tratamentos foram constituídos de braquiária com doses de silicato de cálcio e magnésio equivalentes a 0%, 50%, 100% e 150% da dose recomendada, ou seja, 0; 0,775; 1,55 e 2,325 t.ha⁻¹, respectivamente. No estudo, não houve diferença significativa das doses de silicato de cálcio e magnésio na produção de matéria verde e seca da *U. brizantha* cv. Piatã. No entanto, todas as doses testadas promoveram produção de MS suficiente para formação de palhada para o SPD.

Palavras-chave: *Urochloa brizantha* cv. Piatã, silicato de cálcio, magnésio.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Doses (t.ha ¹) utilizadas de acordo com seus tratamentos (%).....	13
Tabela 2 - Resultado da análise de solo da área experimental, em camada de 0 a 20 cm.....	14
Tabela 3. Resumo da análise de variância para massa verde e massa seca	16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem aérea do Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia – CDTT	11
Figura 2 – Precipitação pluvial (mm) total e temperaturas (°C) mínimas, médias e máximas no período de dezembro de 2018 a abril de 2019.	12
Figura 3 – Ilustração do bloco composto pelas parcelas experimentais.....	14
Figura 4 – Ilustração da área útil e área total da parcela experimental.....	15
Figura 5 – Produtividade de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã de acordo com doses de silicato de cálcio e magnésio recomendadas e suas respectivas médias observadas de massa verde (t.ha ⁻¹)	17
Figura 6 – Produtividade de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã de acordo com doses de silicato de cálcio e magnésio recomendadas e suas respectivas médias observadas de massa seca.	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. Sistema de plantio direto (SPD).....	3
2.2. Urochloa spp.....	4
2.2.1. <i>Urochloa.brizantha</i>	5
2.2.2. <i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã	6
2.3. Nutrição vegetal	7
2.4. O silício nas plantas	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Caracterização da área	11
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	12
3.3. Instalação e manejo do experimento.....	13
3.4. Parcela experimental.....	14
3.5. Características avaliadas	15
3.5.1. Massa verde	15
3.5.2. Massa seca	15
3.6. Análises estatísticas	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Considerando que um dos maiores entraves à produção agrícola é a ocorrência de doenças e que o produtor agrícola busca sempre maiores produtividades associadas à qualidade do produto, muitos esforços têm sido direcionados no desenvolvimento de estratégias com a finalidade de trazer mais facilidade e soluções aos produtores agrícolas. Uma alternativa que tem se mostrado eficiente em incrementar a produção com base no auxílio do controle da severidade de doenças é a aplicação de silício no solo, bem como o controle de outros minerais e sais inorgânicos na planta. Embora o silício não seja considerado um elemento essencial na nutrição das plantas, seu efeito benéfico sobre o crescimento e desenvolvimento tem sido demonstrado em muitas espécies (CAI et al., 2009).

O silício (Si) é utilizado na agricultura por apresentar ação protetora e induzir a defesa do vegetal contra pragas e doenças. Isso contribui para o aumento da produtividade nas mais diferentes culturas. Trabalhos mostram a eficiência da adubação silicatada na produção de arroz, cana-de-açúcar, milho, tomate, soja, batata, entre outros. O Si é utilizado no campo associado a outros componentes, dessa maneira, aparece na fórmula de silicato de cálcio (Ca_2SiO_4) e silicato de magnésio ($\text{H}_2\text{Mg}_3(\text{SiO}_3)_4$ ou $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$). Estes compostos, além de fornecerem o silício, contribuem para o aumento das doses de Ca e Mg, auxiliando na correção do solo e nutrição da planta.

Não diferente da grande maioria das culturas, o efeito benéfico do silício também pode ser observado nas braquiárias. As plantas do gênero *Urochloa* spp. são muito utilizadas na alimentação animal por possuírem alto teor de matéria seca e de proteína bruta, além de apresentarem boa aceitabilidade pelos animais. Elas também acompanham a produção de grãos, sendo muito utilizadas no sistema de plantio direto (SPD), no consórcio e na associação com outras culturas. Neste viés, a EMBRAPA desenvolveu a *Urochloa brizantha* cv Piatã com o objetivo de adequar a planta nas regiões de cerrado mantendo as características do gênero. A cultivar apresenta arquitetura favorável e bom desempenho mesmo no período de estiagem. Logo após seu lançamento, diversos produtores implantaram a gramínea em seus sistemas e, com isso, surgiram os problemas do cultivo na prática bem como a necessidade de incrementar as pesquisas, afim de melhor analisar o seu desempenho e desenvolvê-lo ainda mais, trazendo maior satisfação e rentabilidade ao produtor rural.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o desempenho da produção de matéria verde e seca da *Urochloa brizantha* cv. Piatã sob diferentes doses de silicato de cálcio e silicato de magnésio.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O gênero *Urochloa* é amplamente difundido nas áreas brasileiras devido a sua grande utilidade para agricultura. Seu alto teor de proteína e boa digestibilidade contribuem para o seu uso na alimentação animal, e por apresentar alto teor de matéria seca (MS) é muito utilizado no sistema de plantio direto (SPD). A partir disso, várias pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de aumentar a produtividade e facilitar o manejo de diferentes espécies do gênero *Urochloa*.

A *Urochloa brizantha* cv. Piatã foi desenvolvida para melhor atender os produtores, de maneira a produzir maior teor de MS e proporcionar mais facilidade na sua condução. Quando associada a doses de silicato de cálcio e magnésio, a cultura demonstrou maior produção de MS, de acordo com o estudo de Alves, 2008. Este resultado contribui para seu uso no SPD, uma vez que a formação de palhada no solo é de grande importância para o sistema.

2.1. Sistema de plantio direto (SPD)

O SPD foi desenvolvido na década de 1950 por Edward H. Faulkner, porém só começou a ser utilizado a partir da Segunda Guerra Mundial que propiciou o desenvolvimento de vários produtos químicos. Nesse momento, a técnica começou a ser estudada pelos norte-americanos e ingleses, sendo muito difundida nesses países. Alguns anos depois, na década de 70, o produtor Herbert Arnold Bartz, de Rolândia (PR) investigou sobre o uso do sistema pelos países exteriores e decidiu adotá-la em sua propriedade. Para tanto, teve que adaptar equipamentos e máquinas agrícolas para melhor adequar o SPD. Após alguns anos de instalação das técnicas, os resultados foram promissores a ponto de incentivar outros produtores a adorem a técnica. A principal melhoria para a região na época foi que o SPD contribuiu para a redução da erosão causada pela intensa chuva no estado. Tal fenômeno resultava na diminuição da produtividade das áreas agrícolas (FEBRAPDAP, 2019).

O SPD se baseia no plantio de sementes ou mudas diretamente na palhada da cultura anterior. Possui três pilares para seu sucesso: o não revolvimento do solo (restrito à linha de semeadura ou covas para mudas), a cobertura permanente do solo (plantas vivas ou palhadas) e a diversificação de plantas na rotação de cultivos (FEBRAPDAP, 2019). Os benefícios do sistema são inúmeros, mas os principais são a redução da erosão hídrica e eólica do solo, emissão de gases causadores do efeito estufa, redução de combustíveis fósseis e de agroquímicos, o aumento da infiltração de água

e, conseqüentemente, a eficiência dos fertilizantes aplicados, e a recuperação da matéria orgânica e da resiliência do solo. Tais fatores contribuem para uma produção sustentável, sendo que seus princípios são comparados ao da natureza nas florestas que contribuem pela ciclagem dos nutrientes e adubo para o solo (MOTTER et al, 2015).

A redução da erosão se dá pela cobertura da palhada no solo, protegendo-o do impacto das chuvas. Isso reduz a desagregação e o selamento da superfície, garantindo maior infiltração da água e menor arraste da terra. Oliveira et al (2002) constatou uma redução de 20% de perdas de água em áreas declivosas e de 75% em áreas de igual declive.

Além disso, a técnica proporciona maior teor de fósforo disponível para planta, já que ocorre redução do contato do colóide com o íon fosfato pelo não revolvimento do solo, resultando numa menor adsorção do nutriente, e pela lenta e gradual mineralização dos resíduos orgânicos, proporcionando maior formação de formas orgânicas de P menos suscetíveis a reações de adsorção (Sá, 1999).

Atualmente, a técnica é amplamente utilizada estando em, pelo menos, 80% dos campos de produção agrícola brasileiro e dos países da América do Sul (FEBRAPDAP, 2019). Mesmo com custos altos com a implantação do sistema, ele é considerado mais rentável ao longo dos anos comparado ao plantio convencional (WWD, 2019). De acordo com Pereira Neto (2007), a consolidação do SPD está entre nove a dez anos da implantação do mesmo.

O uso de braquiária no sistema de plantio direto resultou na diminuição de plantas daninhas a área, uma vez que a *Urochloa brizantha* é capaz de produzir substância alelopática. Isso proporciona o aumento na produtividade da cultura sucessora por diminuir a competição. (BORGHI et al, 2008).

A *U. brizantha* cv. Piatã é recomendada para o sistema de plantio direto com o algodão, já que apresentou produção de palhada e persistência de MS adequadas para o cultivo da cultura de interesse, quando comparada com *C. spectabilis*, *E. coracana*, e *R. sativus*.

2.2. Urochloa spp.

O gênero *Urochloa* possui cerca de 90 espécies e é originária da África equatorial (GHISI, 1991). Grandes especulações e dúvidas surgiram a respeito da nomenclatura do gênero, uma vez que muitos o classificavam como *Brachiaria* ou *Panicum* (RENVOIZE et. al., 1996).

A primeira tentativa de introduzir o gênero no Brasil ocorreu em 1952. Foi uma tentativa sem êxito visto que a planta não se adaptou as condições climáticas da região, resultando em uma baixa produção de sementes. Alguns anos depois, um segundo genótipo proveniente da Austrália foi amplamente comercializado após ser introduzido no interior do estado de São Paulo e apresentar boa produção. A partir desse momento, houve grande importação de sementes do cultivar Basilisk, que foi amplamente implantada compondo extensas áreas de pastagem no Cerrado brasileiro (PIZARRO et al., 1996). No entanto, problemas com pragas e doenças resultaram na busca de outras cultivares de *Urochloa* no país em 1965, sendo introduzidas as *U. ruziziensis* e *U. brizantha* (LAPOINTE & MILES, 1992). A implantação de ambas foi um sucesso por apresentarem tolerância a solos pobres com baixa fertilidade (MACEDO, 1995; PIZARRO et. al., 1996, MACEDO, 2000).

Outras gramíneas do gênero *Urochloa* foram difundidas no Brasil por apresentarem ampla adaptação a diferentes condições climáticas. Algumas espécies são adaptadas a solos de baixa fertilidade e mal-drenados e podem ocupar várzeas inundadas, margens de florestas ralas e regiões semi-desérticas (BOGDAN, 1977). No entanto, as espécies mais utilizadas como forrageiras na América Tropical são: *Urochloa arrecta*, *U. brizantha*, *U. decumbens*, *U. dictyoneura*, *U. humidicola*, *U. mutica* e *U. ruziziensis* (KELLER-GREIN et al., 1996). A produtividade de forragem é um dos principais fatores capazes de afetar a produção de todo o sistema de pastejo. Assim, a escolha da gramínea forrageira, para formação de uma pastagem, deve ser bastante criteriosa, visando a maior produtividade de matéria seca e conteúdo de proteína bruta, com equilíbrio estacional e aceitabilidade pelos animais.

2.2.1. *Urochloa brizantha*

O centro de origem da *U. brizantha* é a África Tropical e do Sul, em locais com precipitação anual acima de 800 milímetros (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2019). A planta possui características diferentes dependendo do local que é encontrada, porém, se difere das outras espécies do gênero *Urochloa* por apresentar menor porte (BOGDAN, 1977).

Segundo Sendulsky (1977), a *U. brizantha* é caracterizada por ser uma planta perene, cespitosa, que apresenta colmos eretos e suberetos, pouco radicantes nos nós inferiores, folhas glabras ou pilosas, lineares e lanceoladas, nós glabros e salientes, inflorescência com 2 a 12 racemos, ráquis de coloração roxa escura, espiguetas glabras ou pouco pilosas na parte apical, apresentando-se em duas fileiras, gluma inferior ovalada envolvendo a espiguetas em metade de seu comprimento, rizomas curtos recobertos com escamas amareladas e brilhantes e que pode atingir de 1,0 a 1,5 metros de altura.

A propagação da *U. brizantha* é feita exclusivamente via sementes já que sua propagação vegetativa é considerada impraticável (BOGDAN, 1977). O método de escarificação da semente mostrou-se positivo para a quebra da dormência da mesma, melhorando as taxas de germinação. O revestimento da semente proporciona melhor produtividade na pastagem, no entanto, acarreta na germinação tardia da *U. brizantha* cv. Piatã (BIOSCI, 2011).

Para o plantio, o número de sementes utilizadas varia de acordo com a qualidade do lote disponível. Para a análise desta qualidade é necessário separar as sementes em cheias, chochas ou vazias dentro de um grama. Devem ser utilizados quatro quilogramas de sementes por hectare quando o monte apresentar vinte por cento do peso em sementes cheias (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2019).

De acordo com Bogdan (1977), a *U. brizantha* diminui seu potencial nutritivo ao longo do tempo, diferentemente do que ocorre com *U. decumbens* e *U. ruziziensis*.

2.2.2. *Urochloa brizantha* cv. Piatã

A cultivar Piatã foi lançada em 2006 pela Embrapa e parceiros. Seu nome significa fortaleza em tupi-guarani e faz uma relação com a robustez e a produtividade da planta. Foi selecionada para ocupar os espaços de cultivares das espécies Xandu e Maraés. É adequada para solos de boa a média fertilidade das zonas tropicais brasileiras (EMBRAPA, 2019).

Após ensaios feitos em diferentes regiões do Cerrado brasileiro, a planta apresentou características favoráveis ao manejo mantendo o comportamento e produtividade semelhantes às outras cultivares comerciais. A arquitetura da planta e acúmulo de forragem no período seco são qualidades características da cultivar Piatã. Além disso, a fácil dessecação e crescimento inicial mais lento favorecem a integração lavoura-pecuária (EMBRAPA, 2019). As características morfogênicas e estruturais da *U. brizantha* cv Piatã são influenciadas pela queda da temperatura e

pelo fotoperíodo (JUNIOR et al., 2013) e a cultivar destaca-se por apresentar boa produção de matéria seca em relação às outras cultivares comerciais que visam a mesma finalidade.

De acordo com o trabalho de Porto (2017), a cultivar Piatã apresentou melhores resultados na ausência de adubação nitrogenada e nas dosagens de 80Kg e 160 kg de nitrogênio por hectares, além de um maior rendimento forrageiro. Em estudo objetivando ganho de peso animal em pastos com as cultivares Piatã, Xaraés e Marandu, foi observada maior produção animal adotando a cv. Piatã, (EUCLIDES, et. al., 2009). Esses resultados evidenciam não só a relevância da cultivar na produção animal, mas também, sua estabilidade diante de diferentes condições de cultivo.

2.3. Nutrição vegetal

A planta necessita de nutrientes para crescer e desenvolver. Dessa maneira, existem aqueles indispensáveis, os quais, em sua ausência, o vegetal não consegue crescer normalmente e completar seu ciclo de vida. Estes são classificados essenciais e são o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), molibdênio (Mo) e níquel (Ni). Estes nutrientes são classificados ainda em macronutrientes (N, K, Ca, Mg, P e S), que são exigidos em maior volume, e micronutrientes (Fe, Mn, Zn, B, Cu e Mo), necessários em menores quantidades. Entretanto, cabe ressaltar que suas quantidades exigidas não determinar seu grau importância, uma vez que todos são indispensáveis para o desenvolvimento da planta (MALAVOLTA, 2006).

Tem-se também aqueles nutrientes chamados de não minerais essenciais que correspondem aos capturados através do gás ou da água e são o hidrogênio, oxigênio e carbono. Existem outros elementos que não são indispensáveis para o crescimento de plantas, mas atuam positivamente em alguns processos da mesma, eles são chamados de benéficos e são o silício, sódio, cobalto e selênio (MALAVOLTA, 2006). Esses nutrientes são capazes de melhorar o desempenho da cultura, de maneira a otimizar seu desempenho, contribuir para seu fortalecimento e sua proteção contra intempéries.

2.4. O silício nas plantas

O silício (Si) é o segundo elemento mais abundante da terra depois do oxigênio. Ele é encontrado na natureza sempre combinado a outro elemento, fazendo parte de óxidos e sílicas.

Compõe minerais como areia, quartzo, cristal de rocha, ametista, ágata, opala, granito, asbesto, feldspato, mica e argila. No século XX, o silício se destacou por apresentar propriedades semicondutoras e preço baixo, sendo de grande importância no ramo industrial (REVISTA ONLINE PESQUISA FAPESP, 2019)

O silício tem ampla aplicabilidade nos dias atuais, participando da construção civil, de componentes eletrônicos, aço, lasers e esmalte, por exemplo (UNESP, 2019). Este elemento também é muito utilizado no ramo agrícola como fertilizante e indutor de resistência. Nos Estados Unidos, por exemplo, é comum a adubação de campos de produção de arroz e cana-de-açúcar com o silício proveniente da indústria. Na Flórida são utilizadas cerca de 150 mil toneladas de silicato de cálcio no cultivo destas mesmas culturas. O empenho no desenvolvimento de estratégias com a finalidade de trazer mais facilidade e soluções adicionais aos produtores agrícolas é constante. Considerando a maioria das doenças na cultura o arroz, uma alternativa que auxilia no controle da severidade é a aplicação de silício no solo, bem como o controle de outros minerais e sais inorgânicos na planta. Embora o silício não seja considerado um elemento essencial na nutrição das plantas, seu efeito benéfico sobre o crescimento e desenvolvimento tem sido demonstrado em muitas espécies (CAI et al., 2009). Graças a isso, recentemente, o elemento foi considerado um micronutriente benéfico para planta no Brasil, após ser adicionado na Legislação para a Produção e Comercialização de Fertilizantes e Corretivos. A partir disso, houve a liberação da comercialização do elemento para fins agropecuários (REVISTA ONLINE PESQUISA FAPESP, 2019).

No arroz, o silício pode ser considerado um indutor de resistência contra diversos patógenos, incluindo aqueles causadores de doenças de importância em culturas como arroz de sequeiro, arroz de várzea, cana-de-açúcar, milho, feijão, soja, citrus e trigo (BUENO et al., 2017; LIANG et al., 2006; KORDA et. al., 2005; GOUSSIN et. al., 2002; MATICHENKOV et. al., 2000). A sílica em altas concentrações pode reduzir consideravelmente a seca das ponteiros e, conseqüentemente, os danos nas taxas fotossintéticas sofridos pela planta de arroz com escaldadura (TATAGIBA et al., 2014). Segundo pesquisa realizada por Bueno et al. (2017), a associação das rizobactérias com silício reduz a severidade da escaldadura nas plantas. Esta associação atua protegendo o aparelho fotossintético contra a fotoinibição crônica e o aumento do estresse oxidativo durante a infecção por *M. albescens*. Utilizando substâncias como silício, manganês e outros sais inorgânicos como forma de melhorar a resistência das plantas ao ataque de fungos, ou

mesmo reduzir a severidade da doença, pesquisadores tem obtido resultados bastante satisfatórios no controle da brusone (DATNOFF et al., 1997; DELIOPOULOS et al., 2010; CACIQUE et al., 2012; CACIQUE et al., 2013; SCHURT et al., 2013; SOUSA et al., 2013; DEBONA, et al., 2014; SCHURT et al., 2014).

Para a cultura do feijão, o Si contribui para a redução de mofo-branco e antracnose (TRAZILBO JUNIOR, 2009, POZZA, 2005). No caso do trigo, o elemento também age positivamente ao aumentar a resistência da cultura ao pulgão-das-gramíneas (GOMES, 2005). Houve redução na incidência do pulgão *M. persicae* a partir de adubação silicatada na produção de batata (GOMES, 2007). Pesquisas demonstram ainda o aumento da produtividade em diversas culturas a partir da adubação com sílicas, atuando no fortalecimento das plantas e consequentemente combate a pragas e doenças (ZANÃO JÚNIOR, 2009, BRAGANTIA, 2013). Além disso, o elemento é responsável por contribuir para aumento do peso de grãos da cultura e na redução das manchas dos mesmos (BARBOSA FILHO, 2002).

A grande quantidade de efeitos benéficos associados à presença da sílica ocorre visto que esse elemento contribui para o fortalecimento da parede celular. Além disso, constata-se que o silício pode promover um aumento no número de inimigos naturais de algumas pragas, possivelmente pela maior liberação de compostos voláteis, por parte da planta, no momento do ataque. Assim, esse elemento pode melhorar a defesa da planta hospedeira por intermédio de um terceiro nível trófico (REYNOLDS et. al., 2009).

A absorção do silício pelas plantas ocorre nas raízes, o elemento é transportado via xilema, por gradiente de pressão formado pela respiração ou por vias de processo de absorção ativo (com gasto de ATP). O elemento é incorporado de forma neutra, como ácido monossilícico (H_4SiO_4) e depositado nas paredes das células da epiderme. A partir disso, ocorre o fortalecimento da estrutura da planta e, conseqüente, aumento da resistência ao acamamento, e ataque de pragas e doenças. (RODRIGUES et. al., 2011). Além disso, o acúmulo do elemento na cana-de-açúcar acarreta na redução da transpiração da planta e aumento da produtividade da mesma (SILVEIRA JUNIOR et. al., 2003).

O silício é muito utilizado na forma de silicatos de cálcio e magnésio com o intuito de corrigir a acidez do solo, decorrente da elevação do pH., proporcionando a redução de elementos tóxicos como ferro, manganês e alumínio (CASTRO et. al., 2013). Além disso, contribuem para o aumento dos teores de magnésio e cálcio trocáveis (PRADO et. al., 2003), da CTC, do V% e da

disponibilidade de fósforo (CASTRO et. al., 2013). A adição de silício também proporciona maior resistência da planta ao excesso de alumínio (WIESE et. al., 2007) e ao estresse salino, estimulando o sistema de antioxidante da planta, o que garante maior fortalecimento da membrana celular (ZUCCARINI, 2008). Faria (2000) relata aumento no número de grãos de arroz em plantas submetidas ao déficit hídrico, quando há presença de adubação silicatada. Assim, concluiu que as plantas reagiram melhor à adubação de silício em situação de baixa capacidade de campo (FARIA, 2000).

As pesquisas ressaltam a importância do silício em diversas culturas nas mais variadas situações. Em todas elas, o elemento traz respostas positivas, tanto em termos de produtividade e resistência, como também para fortalecimento das plantas. Nesse sentido, é viável a investigação não só dos seus efeitos em outras culturas agrícolas como também das dosagens, formas de aplicação e relações de custo benefício, para melhor utilização do mesmo com eficiência, na prática.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área

O experimento foi implantado no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia – CDTT pertencente ao Departamento de Agricultura – DAG da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizado na Fazenda Palmital no município de Ijaci/Mg. O local apresenta área de 119,8 ha. As coordenadas são 21°09'40''S 44°55'19''W e altitude média de 840 metros (Figura 1) (GOOGLE EARTH, 2019). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é temperado úmido (Cwa), sendo característico o inverno seco e verão chuvoso, com precipitação média anual de 1530 mm e temperatura média anual de 19,4 °C (BRASIL, 1992; DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007). O solo da região é distrófico classificado como Latossolo-Vermelho (LVAd) (EMBRAPA 2006).

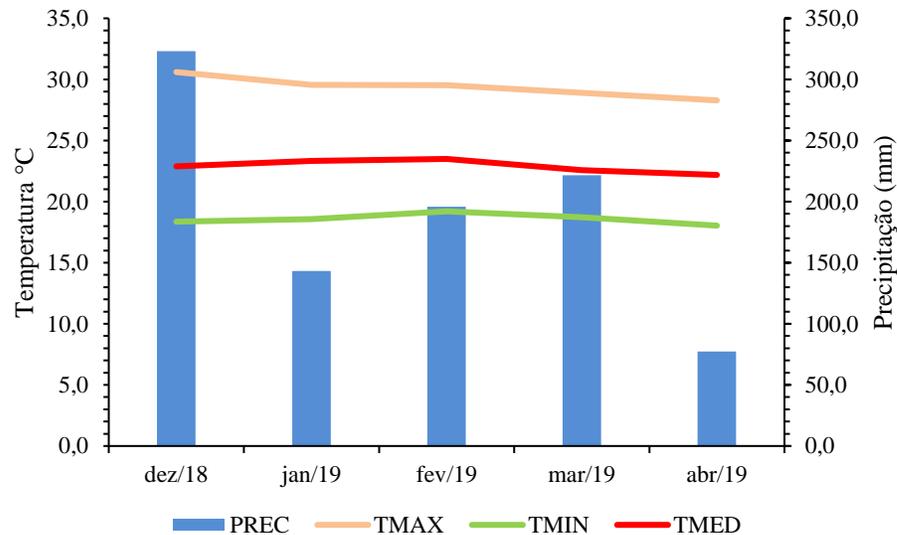
Figura 1. Imagem aérea do Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia – CDTT



Fonte: Earth/2019

Os dados de temperatura e precipitação pluviual ocorridos no período de 20 de dezembro de 2018 a 25 de abril de 2019 estão representados na Figura 2.

Figura 2. Precipitação pluvial (mm) total e temperaturas (°C) mínimas, médias e máximas no período de dezembro de 2018 a abril de 2019.



Fonte: Estação meteorológica de Lavras/MG.

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi implantado no delineamento blocos casualizados (DBC), com oito repetições. Os tratamentos foram constituídos de braquiária com doses de silicato de cálcio e magnésio equivalentes a 0%, 50%, 100% e 150% da dose recomendada.

De acordo com FORTES et al. (2008), a necessidade de silicato de cálcio e magnésio (NS) é determinado por:

$$NS \text{ (t/ha)} = (V2-V1) \times T / PRNT$$

Onde:

NS: necessidade de silicato de cálcio e magnésio em toneladas por hectare na camada de 0 a 20 cm;

V2: porcentagem de bases que se deseja atingir conforme a cultura;

V1: porcentagem de saturação de bases do solo conforme a análise do solo;

T: capacidade de troca de cátions;

PRNT: poder relativo de neutralização total do silicato.

Desta maneira, considerando o cálculo na necessidade de silicato de cálcio e magnésio proposto por Fortes et. al (2008), as doses utilizadas foram de 0; 0,775 (50% de NS); 1,55 (100% de NS) e 2,325 t.ha⁻¹ (150% de NS), conforme indicado na tabela 1.

Tabela 1. Doses (t.ha¹) utilizadas de acordo com seus tratamentos (%).

Tratamentos (%)	Dose (t.ha⁻¹)
0	0
50	0,775
100	1,55
150	2,325

3.3. Instalação e manejo do experimento

O experimento foi instalado dezembro de 2018. Para o preparo e limpeza da área, procedeu-se a retirada das plantas daninhas. Com base no resultado da análise de solo (Tabela 1) foram calculadas as doses de silicato de cálcio e magnésio objetivando atingir um V% de 70. O silicato de cálcio e magnésio composto por 34% de CaO, 10% de MgO e 22% de SiO₂, apresenta PRNT de 80%. Ele foi aplicado e distribuído uniformemente, dentro dos blocos, e incorporado com uma grade niveladora. Em seguida foi realizado o plantio a lanço da *Urochloa brizantha* cv. Piatã, conforme a indicação do lote utilizado, ou seja, usando 5 kg/ha de sementes puras.

Tabela 2. Resultado da análise de solo da área experimental, em camada de 0 a 20cm.

Características	Unidades	Valores
pH em H ₂ O		5,5
P (disp)	Mg/dm ³	7,6
K	Mg/dm ³	122,7
Ca	Cmol _c /dm ³	1,8
Mg	Cmol _c /dm ³	0,6
CTC (t)	Cmol _c /dm ³	2,81
CTC (T)	Cmol _c /dm ³	6,11
V%	%	44,62
MO	Dag/kg	2,2
Classe textural – Argilosa		
Argila	Dag/kg	44,4
Silte	Dag/kg	7,5
Areia	Dag/kg	48,1

Análise realizada pelo laboratório de Análises Agropecuárias-Ltda, 3rlab. SB= Soma de bases, T= Capacidade de troca de cátions a pH 7, t= Capacidade efetiva de troca de cátions, m= Saturação por alumínio, V= Saturação por bases, MO= Matéria orgânica.

3.4. Parcela experimental

A parcela experimental foi constituída por 6 metros de comprimento e 6 metros de largura, totalizando 36 m² (Figura 3). A área útil de cada parcela foi de 16 m², ou seja, excluídos um metro em cada extremidade (Figura 4). O experimento foi composto de 32 parcelas, ou seja, quatro parcelas por bloco.

Figura 3. Ilustração do bloco composto pelas parcelas experimentais.

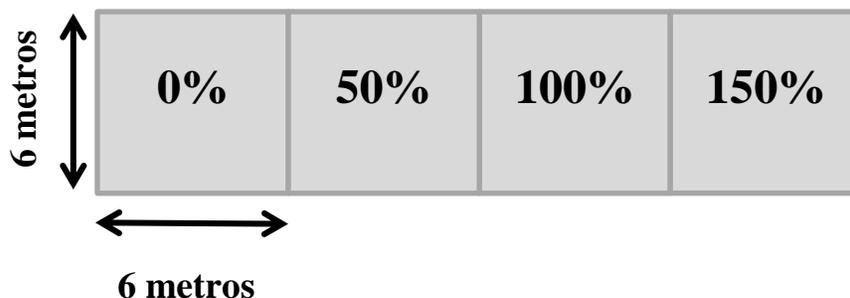
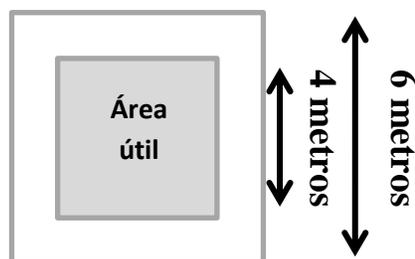


Figura 4. Ilustração da área útil e área total da parcela experimental.



3.5. Características avaliadas

3.5.1. Massa verde

A determinação da massa verde foi realizada no final do ciclo vegetativo da *U. brizantha* cv. Piatã, ou seja, com 126 dias após o plantio (DAP). Foi colhida uma amostra de 1m² por parcela, sendo que as plantas foram cortadas rente ao solo. Em seguida, cada amostra foi pesada no campo. Para os cálculos posteriores, a massa verde foi convertida em kg/ha.

3.5.2. Massa seca

Para determinação da massa seca foi retirada uma sub-amostra de 300 gramas, de cada amostra de massa verde pesada no campo. Cada sub-amostra foi colocada em estufa, com circulação forçada de ar a 65°C, no mesmo dia de colheita, onde permaneceram até atingirem peso constante. De posse do peso seco foi calculado o teor de matéria seca que multiplicado pela quantidade de massa verde resultou na quantidade de matéria seca por parcela, e posteriormente, convertido em hectare.

3.6. Análises estatísticas

Foi realizada a análise de variância dos dados com o auxílio do *software Sisvar* versão 5.6 (FERREIRA, 2011). Para diferenças significativas entre as fontes de variação, foram avaliados seus respectivos efeitos. As médias dos tratamentos, quando significativos, foram submetidas à análise de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resultado da análise de variância para a avaliação de massa verde e massa seca (Tabela 2), não foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) no desempenho médio dos tratamentos quanto à utilização das diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio. Isso significa que a *Urochloa brizantha* cv Piatã, utilizada no experimento, não reagiu de forma diferente quanto à variação das doses de corretivos silicatados, resultando em desempenho estatisticamente igual das aferições de massa verde e massa seca para todos os tratamentos. Com o objetivo de estimar a precisão experimental, foram obtidos os valores do coeficiente de variação (CV%) (tabela 2). Os coeficientes de variação calculados para as avaliações de massa verde e massa seca encontraram-se entre 20% e 30%, o que, segundo Pimentel Gomes (2000), faz com que sejam considerados medianos. Isso supostamente indica que o experimento obteve uma precisão experimental razoável, mas não excelente, visto que o recomendado é que esse valor se encontre abaixo de 20%. Apesar da magnitude do coeficiente de variação ter excedido os valores considerados ideais, não é possível afirmar que o experimento não apresentou boa precisão. O coeficiente de variação é um parâmetro que reflete interferências externas nos experimentos e sofre influência da média, uma vez que é a medida do erro experimental em relação à média.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para massa verde e massa seca.

FV	GL	MV	MS
		QM	QM
Tratamento	3	361,2 ^{NS}	36,95 ^{NS}
Blocos	7	314,47 ^{NS}	27,58 ^{NS}
Erro	21	188,23	14,75
Total corrigido	31		
CV (%)		29,49	26,94
Média geral		46,5156	14,255

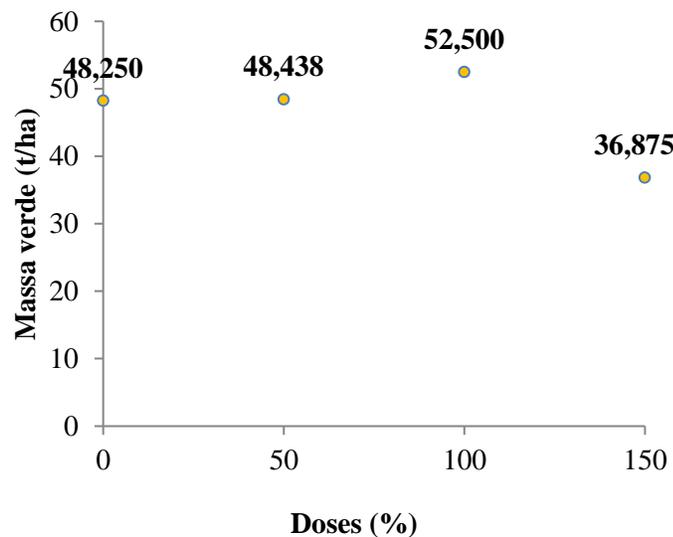
FV: Fonte de variação. GL: Graus de Liberdade. MV: Massa verde. MS: Massa Seca. QM: Quadrado Médio. CV: Coeficiente de Variação. NS: teste de F não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

A análise de regressão é realizada com o objetivo de verificar a existência de uma relação funcional entre uma variável dependente massa seca ou massa verde com a variável independente dose de silicato de cálcio e magnésio. Em outras palavras, visa à obtenção de uma equação que tenta explicar a variação da variável dependente pela variação dos níveis da variável independente.

Esta análise é realizada com base na significância do resultado da análise de variância. Como os resultados não foram significativos, a análise de regressão não foi feita.

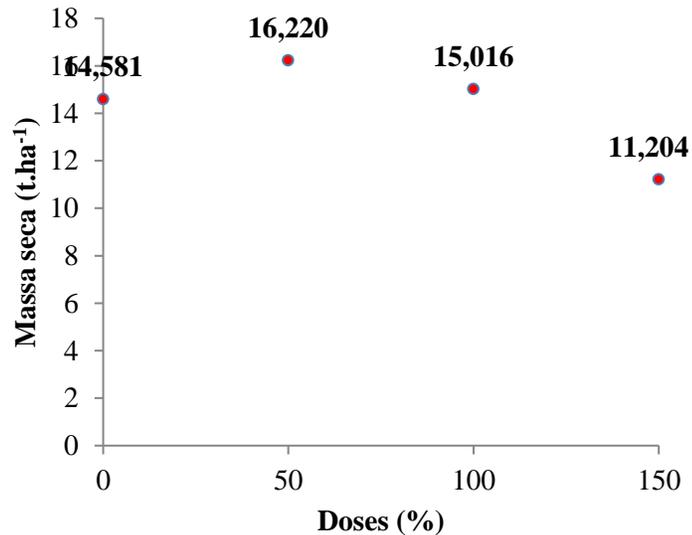
A relação das doses de silicato de cálcio e magnésio com suas respectivas aferições de massa verde, foram utilizadas para a plotagem do gráfico (Figura 3). Como pode ser constatado pelo valor do coeficiente de determinação (R^2), que mede a qualidade do ajuste obtido entre os dados e a equação sugerida, os resultados observados não foram bem ajustados à equação com modelo estatístico de primeiro grau ($Y = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$), obtendo correspondência de apenas 33,3%.

Figura 5. Produtividade de *Urochloa brizantha* cv. Piatã de acordo com doses de silicato de cálcio e magnésio recomendadas e suas respectivas médias observadas de massa verde ($t \cdot ha^{-1}$).



A relação das doses de silicato de cálcio e magnésio com suas respectivas aferições de massa seca, utilizada para a plotagem na figura 4. Com base no valor do coeficiente de determinação (R^2), os resultados observados não foram bem ajustados à equação com modelo estatístico de primeiro grau ($Y = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$), obtendo correspondência de apenas 46,3%.

Figura 6. Produtividade de *Urochloa brizantha* cv. Piatã de acordo com doses de silicato de cálcio e magnésio recomendadas e suas respectivas médias observadas de massa seca.



A média da produtividade de massa seca obtida neste trabalho (14,255 t.ha⁻¹) está dentro dos atributos agrônômicos da cultura, ou seja, entre 8 a 20 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Além disso, a cultura desenvolve em uma altitude de até 2000 metros, é tolerante a seca e responde bem a saturação de base superior a 40% (GOMES et al, 1999). Nesse sentido, a correção do solo não foi um ponto significativo para incremento da produtividade, já que o solo apresentava V% de 44,62. Do mesmo modo, Fortes et al (2008) em seu trabalho sobre níveis de silicato de cálcio e magnésio na produção das gramíneas Marandu e Tanzânia cultivadas em um Neossolo Quartzarênico, objetivando avaliar as produções de massa seca por corte (PMS) e total (PTMS), a altura e o número de perfilhos em *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia por meio da aplicação de silicato de Ca e Mg cultivadas em solo Neossolo Quartzarênico Ortico, concluiu que tais gramíneas responderam à elevação de V% até 54,8.

No entanto, Alves (2008) ao estudar o uso de silicato de magnésio e bioativador na produtividade de *Urochloa* e de trigo, constatou que a aplicação do corretivo aumentou a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), a taxa de cobertura e a massa remanescente da *Urochloa brizantha* cv. Piatã, em 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o manejo. O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho Distroférico e usando cinco doses do silicato (0, 2, 4, 8 e 16 t.ha⁻¹). A maior produtividade de MSPA da pesquisa foi de 7,5 t.ha⁻¹ quando adubados com 16 t.ha⁻¹ do

corretivo. Assim, o trabalho apresentou menor produção de massa seca ao utilizar somente o silicato de magnésio, comparado as médias obtidas pela adubação de silicato de cálcio e magnésio.

Fagundes (2005) na sua pesquisa sobre o efeito do silicato na produção e qualidade de *Urochloa decumbens* cultivada em solo degradado do triângulo mineiro, propôs avaliar o efeito da adubação superficial com silicato e calcário na matéria seca, nas características químicas do solo, na concentração de Si na folha, composição bromatológica, produção de gases e degradabilidade ruminal *in vitro* da gramínea. O estudo comprovou que não houve diferença significativa nos resultados apresentados quando utilizando 0, 880, 1320, 1760 e 2640 kg.ha⁻¹ de silicato e 1760 kg.ha⁻¹ de calcário. A produtividade média de massa seca de *Urochloa decumbens* apresentadas em seu estudo foi de 1198 kg.ha⁻¹ em dose de 2640 kg.ha⁻¹ de silicato, ou seja, menor comparada a produção média de *Urochloa brizantha* cv. Piatã observada nesse trabalho.

Em seu estudo sobre os efeitos do silicato de cálcio nos atributos químicos do solo e da planta, produção e qualidade em *Urochloa brizantha* cv. Marandu sob intensidades de pastejo, Sanches (2008) comprovou a influência de silicato de cálcio no aumento da produção de massa seca da planta quando em Latossolo Vermelho-Amarelo na região do triângulo Mineiro.

Ao estudar a influência de diferentes fontes de silício, Brennecke et al (2016) não obteve resultados significativos para *Urochloa urochloa* cv. Marandu adubada com silício orgânico e silicato de cálcio, separadamente. No entanto, observou-se que o silicato de cálcio proporcionou um aumento de 7,7% (15,4 g/vaso) de matéria seca em relação ao silício orgânico (14,3 g/vaso). Contudo, o experimento de fibras em *Urochloa urochloa* cv. Marandu adubadas com fontes orgânica e inorgânica de silício foi conduzido em casa de vegetação.

Para a *Urochloa ruziziensis*, no entanto, houve um decréscimo da produção de matéria fresca a medida que aumenta a dose de silicato de cálcio de acordo com o estudo sobre o uso do silicato de cálcio na correção da acidez do solo e no desenvolvimento da planta (Silva et al, 2014). Esse estudo objetivou analisar o efeito do corretivo para correção da acidez e de outros atributos do solo, bem como o desenvolvimento da cultura. Dessa forma, constatou que não houve incremento da produção de biomassa da parte aérea quando adubada com 0, 200, 400, 800, 1600 e 3200 kg.ha⁻¹ de silicato de cálcio, resultando, na verdade, num decréscimo de matéria verde ao aumentar a dose do corretivo.

O uso de escórias de siderurgia como corretivo de solo e fonte de Silício na agricultura foi estudado por Stocco et al (2010) com o objetivo de avaliar o desenvolvimento de *Urochloa*

brizantha cv Marandu e *Urochloa decumbens*. Para isso, foram utilizados dois tipos de escória, a A com 7,23% de SiO₂, 45,1 de CaO e 9,9 MgO, e a B com 21,3% de SiO₂, 37% de CaO e 12,6% de Mg). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos com solo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, e com doses de 0, 500, 1000, 1500 e 2000 kg.ha⁻¹ de SiO₂. O estudo demonstrou que as escórias influenciaram na produção de massa seca e no perfilhamento das gramíneas, sendo que a escória B acarretou em melhores resultados comparada à A. A *Urochloa brizantha* apresentou maior teor de matéria seca comparada à *U. decumbens*, em ambos os tratamentos.

O gênero *Urochloa* é muito utilizada no sistema de plantio direto. Dessa forma, o trabalho, além de avaliar a resposta da cultura ao corretivo, objetivou também a correção do solo para a cultura seguinte, no caso o milho. Dessa forma, Faria et al (2008), constatou que o silicato de Ca trouxe resultados positivos no controle da acidez do solo quando, apresentando um efeito residual no mesmo. No entanto, o capim-marandu, que foi semeado na mesma época da aplicação, não apresentou resultados significativos. Além disso, Albers (2008), constatou aumento na taxa de cobertura e da massa remanescente de Piatã quando adubada com silicato de magnésio, conforme citado anteriormente. Já Fernandez et al (2009), verificou que a aplicação de silicato de cálcio não influenciou na decomposição do resíduo cultural da *Urochloa brizantha*, de acordo com seu trabalho sobre a influência de silicato e calcário na decomposição de resíduos culturais e disponibilidade de nutrientes ao feijoeiro.

Com o objetivo de avaliar a ação do silicato e do calcário na decomposição de diferentes resíduos culturais e a liberação de nutriente para o desenvolvimento do feijão, os autores conduziram a braquiária nas doses 0; 2,31; 4,63; 6,96; 9,27 g.vaso⁻¹, balanceadas com carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, de forma que obtivessem quantidade iguais de Ca e Mg em cada tratamento. O experimento foi conduzido em vasos com Latossolo Vermelho distrófico em casa de vegetação. Além disso, concluíram também que o feijoeiro foi favorecido pela aplicação de silicato de cálcio com resíduo cultural da *Urochloa*, sendo os tratamentos com 25 e 75% de silicato os que apresentaram maior eficiência.

Com base nos trabalhos analisados, embora o silicato de cálcio e magnésio não tenha influenciado no incremento de produtividade de massa verde e massa seca da *Urochloa brizantha* cv. Piatã, é evidente que o silicato influencia positivamente no SPD, contribuindo na correção do

solo e da cultura que será cultivada posteriormente, como também para formação da palhada para cobertura do solo.

5. CONCLUSÕES

As doses de silicato de cálcio e magnésio não influenciam na produtividade de massa verde e massa seca da *Urochloa brizantha* cv. Piatã.

Todas as doses testadas promoveram produção de MS suficiente para formação de palhada para o SPD.

REFERÊNCIAS

- ALOVISI, A. A.. Silicato de magnésio e bioativador na produtividade de *Urochloa* e de trigo. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.
- ALVAREZ, J.; DATNOFF, L. E. The economic potential of silicon for integrated management and sustainable rice production. *Crop Protection*, v. 20, n. 1, p. 43-48, 2001.
- BARBOSA FILHO, M. P.; PRABHU, A. S. Aplicação de Silicato de Cálcio na Cultura do Arroz. Embrapa Arroz e Feijão, Circular Técnica, 51. Santo Antônio de Goiás-GO, 2002.
- BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants. New York, Longman, 1977.
- BORGHI, E. et al. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. *Planta daninha, Viçosa*, v. 26, n. 3, p. 559-568, 2008
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas 1961-1990. Brasília, DF, 1992.
- BRENNECKE, K.; SOSSAI, V. M.; SIMÕES, T. R.; FERRAZ, F. M. Fibras em *Brachiaria urochloa* cv. Marandu adubadas com fontes orgânica e inorgânica de silício. *Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre*, v. 8, n. 2, p. 111-117, 2016.
- BUENO, A. C. S. O., CASTRO, G. L. S., SILVA JUNIOR, D. D., PINHEIRO, H. A., FILIPPI, M. C. C., SILVA, G. B. Response of photosynthesis and chlorophyll a fluorescence in leaf scald-infected rice under influence of rhizobacteria and silicon fertilizer. *Plant Pathology*, v. 66, n. 9, p. 1487-1495, 2017.
- CACIQUE, I. S., DOMICIANO, G. P., RODRIGUES, F. Á., & VALE, F. X. R. D. Silicon and manganese on rice resistance to blast. *Bragantia*, v. 71, n. 2, p. 239-244, 2012.
- CACIQUE, I. S.; DOMICIANO, G. P.; MOREIRA, W. R.; RODRIGUES, F. A.; CRUZ, M. F. A.; SERRA, N. S.; CATALÀ, A. B. Efeito da aplicação radicular e foliar de silício solúvel sobre o desenvolvimento da brusone em arroz. *Bragantia*, v. 72, n. 3, p. 304-309. Campinas, 2013.
- CRISPIM, S. M. A.; BRANCO, O. D. Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33. Corumbá, 2002.
- DALLAGNOL, L. J., RODRIGUES, F. Á., MIELLI, M. V., MA, J. F. DATNOFF, L. E. Defective active silicon uptake affects some components of rice resistance to brown spot. *Phytopathology*, v. 99, n. 1, p. 116-121, 2009.
- DALLAGNOL, L. J., RODRIGUES, F. A., MIELLI, M. V., MA, J. F. Rice grain resistance to brown spot and yield are increased by silicon. *Tropical Plant Pathology*, v. 39, n. 1, p. 56-63, 2014.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, MG, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.

DATNOFF, L. E.; DEREN, C. W.; SNYDER, G. H. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. *Crop Protection*, v. 16, n. 6, p. 525-531, 1997.

EMBRAPA <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_165.pdf> Acesso em: 11/2019.

EMBRAPA DE GADO DE CORTE. BRS Piatã. Folder. Campo Grande-MS, 2014.

EMBRAPA GADO DE CORTE <<http://old.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct01/04especies.html>> Acesso em: 07/11/2019.

EMBRAPA GADO DE CORTE <<https://revistapesquisa.fapesp.br/2007/10/01/silicio-na-agricultura/#cc-republish>> Acesso em: 06/08/2019.

EMBRAPA GADO DE CORTE <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/865/brachiaria-brizantha---brs-piata>> Acesso em: 06/09/2019.

EMBRAPA. *Urochloa brizantha* brs Piatã. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/865/brachiaria-brizantha---brs-piata>> Acesso em: 09/08/2019.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. Ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA – SPI, 2006.

EUCLIDES, V. B. P.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Urochloa brizantha*. *Pesquisa agropecuária brasileira*, vol. 44, n.1, p.98-106. Brasília, 2009.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B. do; FLORES, R.; OLIVEIRA, M. P. Animal performance and productivity of new ecotypes of *Urochloa brizantha* in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20, 2005, Ireland; United Kingdom. Offered papers. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Urochloa brizantha* sob pastejo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, vol. 43, n.12, p.1805-1812. Brasília, 2008.

FARIA, L. A., DE CERQUEIRA LUZ, P. H., RODRIGUES, R. C., HERLING, V. R., & MACEDO, F. B. Efeito residual da silicatagem no solo e na produtividade do capim-marandu sob pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1209-1216, 2008.

FEBRAPDP. <<https://febrapdp.org.br/sistema-plantio-direto-o-que-e>> Acesso em: 03/12/2019.

FERREIRA, Alexandre Cunha de Barcellos et al. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 45, n. 6, p. 546-553, June 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia UFLA*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FORTES, C. A., PINTO, J. C., NETO, A. E. F., DE MORAIS, A. R., EVANGELISTA, A. R., & DESOUZA, R. M.. Níveis de silicato de cálcio e magnésio na produção das gramíneas Marandu e Tanzânia cultivadas em um Neossolo Quartzarênico. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v. 32, n. 1, p. 267-274, 2008.

FORTES, C. A.; PINTO, J.C.; FURTINI NETO, A.E.; MORAIS, A.R.de; EVANGELISTA, A.R.; SOUZA, R.M. Níveis de silicato de cálcio e magnésio na produção das gramíneas Marandu e Tanzânia cultivadas em um Neossolo Quartzarênico. *Ciência. agrotec.* Vol.32. Nº1. Lavras, 2008.

GHISI, O.M.A.A. *Urochloa* na pecuária brasileira: importância e perspectivas. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, 2., 1991, Nova Odessa. Anais. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 356p. 1991.

GOMES, L.A.A.; SILVA, E.C. da; FAQUIN, V. Recomendações de adubação para cultivos em ambiente protegido. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa - MG: UFV, 1999.

GOMES, F. B. Influência do silício na indução de resistência a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e na proteção de plantas de batata inglesa cultivadas em sistema orgânico. Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras (UFLA) como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para obtenção do título de “Doutor”. Lavras-MG, 2007.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D.; GOUSSAIN, M. M. Indução de resistência em plantas de trigo por silício e pulgões. *Sci. Agric.*, v. 62, n.6, p.547-551. Piracicaba-SP, 2005.

JÚNIOR, L. A. Z., FONTES, R. L. F., ÁVILA, V. T. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 2, p. 203-206, 2009.

KARIA, C. T.; DUARTE, J. B.; ARAÚJO, A. C. G. Desenvolvimento de cultivares do gênero *Urochloa* (trin.) Griseb. no Brasil. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF, 2006.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B.L.; HANSON, J. Variación natural en *Brachiaria* y bancos de germoplasma existentes. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Eds.) *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. Cali, Colombia: Centro Nacional de Agricultura Tropical; Campo Grande: Brasil: Embrapa Gado de Corte. 1 ed. 1998.

LIANG, Y., HUA, H., ZHU, Y. G., ZHANG, J., CHENG, C., & RÖMHELD, V. Importance of plant species and external silicon concentration to active silicon uptake and transport. *New phytologist*, v. 172, n. 1, p. 63-72, 2006.

LUCENA, M. A. C. Características agronômicas e estruturais de *Urochloa* spp submetida a doses de nitrogênio em solo de cerrado. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Instituto de Zootecnia – IZ. Nova Odessa, 2011.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. Brasília, 1995. Anais. Brasília: SBZ, 1995.

MACEDO, M. C. M. Sistemas de produção em pasto nas savanas da América Tropical: limitações a sustentabilidade. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL, 16; CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCION ANIMAL, 3., CD-ROM. Conferencias, Montevideo, 2000.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo. Ceres. 2006. 638 p.

MAPA - Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas 1961-1990. Brasil - Brasília, DF, 1992.

MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. *Urochloa* biology, agronomy and improvement. Cali: CIA/Brasília: EMBRAPA-CNPQC, 288p., 1996.

MORAES, S. R. G.; POZZA, E. A.; ALVES, E.; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, J. G.; LIMA, P. H.; BOTELHO, A. O. Efeito de fontes de silício na incidência e na severidade da antracnose do feijoeiro. Fitopatologia Brasileira, p. 31, 1 ed., 2005.

MOTTER, P., ALMEIDA, H. G., VALLE, D., MELLO, I. P. Plantio direto: A tecnologiaa que revolucionou a agricultura brasileira. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, 2015. 144p.

NASCIMENTO I. O.; RODRIGUES A. A. C.; BRAUN H.; SANTOS C. C.; CATARINO A. M..Silicon fertilization and seed microbiolization on disease severity and agronomic performance of upland rice. ISSN:1983-2125V. Rev. Caatinga, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 126 – 134, 2018.

OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; CANTARUTTI, R.B. e BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. Tópicos em Ciência do Solo, Viçosa, v. 2, p.393-486, 2002.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; CENTURION, S. R.; ORRICO, A. C. A.; OLIVEIRA, A. B. M., SUNADA, N. S. Características produtivas, morfogênicas e estruturais do capim Piatã submetido à adubação orgânica. Ciência Rural, v. 43, n. 7. Santa Maria, 2013.

PAULA JÚNIOR, T. J; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; CARNEIRO, J. E. Aplicação foliar de cloreto de cálcio reduz a intensidade do mofo-branco do feijoeiro. Tropical Plant Pathology vol. 34, 3, p. 171-174, 2009.

PEREIRA NETO, Osvaldo C. et al. Análise do tempo de consolidação do sistema de plantio direto. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 11, n. 5, p. 489-496, Oct. 2007.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 14ª ed. Piracicaba – SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. 477p

PIZARRO, E.A.; VALLE, C.B.; SÉLLER-GREIN, G.; SCHULTZEKRAFT, R.; ZIMMER, A.H. Regional experience with brachiaria: Tropical America-savannas. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). Brachiaria: biology, agronomy and improvement. Cali: CIAT; Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1996.

PORTO, E. M. V. Produção de biomassa de três cultivares do gênero *Urochloa* spp. submetidos à adubação nitrogenada. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). ACSA, v. 13, n. 1, p. 9-14. Patos-PB, 2017.

RENVOIZE, S.A.; CLYTON, W.D.; KABUYE, C.H.S. Morphology, taxonomy and natural distribution of *Urochloa* (Trim) griseb. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. do, ed. *Urochloa*: biology, agronomy and improvement. Cali: CIAT/Brasília: EMBRAPA-CNPGC, 1996.

RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L. A.; KORNDÖRFER, A. P., KORNDÖRFER, G. H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. Informações Agrônômicas n. 134, 2011.

SANCHES, A. B. Efeitos do Silicato de cálcio nos atributos químicos do solo e planta, produção e qualidade em capim-Braquiaria [Brachiaria brizantha (hoechst ex A. Rich.) Stapf. cv. MARANDU] sob intensidades de pastejo. 2003. Tese. Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003. SANTOS, A. B., PRABHU, A. S., FERREIRA, E., FAGERIA, N. K. Fertilização silicatada na severidade de brusone e na incidência de insetos-praga em arroz irrigado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, p. 537-543, 2009.

SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIM, V.; FURTINI NETO, A.E. e CARVALHO, J.G. (eds.). Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Lavras: SBCS, 1999. p.267-319.

SANTOS, L. D. C.; BENETT, C. G. S.; SILVA, K. S.; SILVA, L. V. Germinação de diferentes tipos de sementes de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã. Biosci, J., v.27, n. 3, p. 420-426. Uberlândia, 2011.

SCHURT, D. A., RODRIGUES, F. A., COLODETTE, J. L., CARRÉ-MISSIO, V. Effect of silicon on lignin and sugar concentrations of leaf sheaths in rice plants infected by *Rhizoctonia solani*. Bragantia, v. 72, n. 4, p. 360-366, 2013.

SENDULSKY, T. Chave para identificação de *Urochloa*. Journal Agroceres, 5(56):4-5, 1977.

SILVA, A. L. M. S., TORRES, F. E., GARCIA, L. L. P., MATTOS, E. M., TEODORO P. E. Tratamentos para quebra de dormência em *Urochloa brizantha*. Revista de Ciências Agrárias, 37 (1): 37-41, 2014.

SILVA, M. R., PEREIRA, S. C., RODRIGUES, F. A., ZANÃO JÚNIOR, L. A., FONTES, R. L., OLIVEIRA, M. G. A. Silicon and manganese on the activity of enzymes involved in rice resistance against brown spot. *Tropical Plant Pathology*, v. 37, n. 5, p. 339-345, 2012.

SILVA, W. B., DE PAULA BARCELOS, F., SICHOCKI, D., SILVA, G. M. C. Uso do silicato de cálcio na correção da acidez do solo e no desenvolvimento da *Urochloa ruziziensis* L. *Exatas & Engenharia*, 4(10). <https://doi.org/10.25242/885X4102014186>.

SILVEIRA JUNIOR, E. G.; PENATTI, C.; KORNDÖRFER, G. H.; CAMARGO, M. S. Silicato de cálcio e calcário na produção e qualidade da cana-de-açúcar. Usina Catanduva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 2003, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 66, 2003.

SOUSA, R. S., RODRIGUES, F. Á., SCHURT, D. A., SOUZA, N. F. A., & CRUZ, M. F. A. Cytological aspects of the infection process of *Pyricularia oryzae* on leaves of wheat plants supplied with silicon. *Tropical Plant Pathology*, v. 38, n. 6, p. 472-477, 2013.

STOCCO, F. C., PASSOS, R. R., ANDRADE, F. V., DOS REIS, E. F., DE SOUZA LIMA, J. S., SANTOS, D. A., MACHADO, R. V. Uso de escórias de siderurgia na produção de matéria seca e perfilhamento de duas gramíneas do gênero *Urochloa* em um latossolo vermelho-amarelo. *Bioscience Journal*, 26(2), 2010.

TATAGIBA, S. D., RODRIGUES, F. A., FILIPPI, M. C. C., SILVA, G. B., SILVA, L. C. Physiological responses of rice plants supplied with silicon to *Monographella albescens* infection. *Journal of Phytopathology*, v. 162, n. 9, p. 596-606, 2014.

UNESP. Silício. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_tabela/014_silicio.html>. Acesso em: 05/08/2019.

WIESE, H.; NIKOLIC, M.; RÖMHELD, V. Silicon in plant nutrition – effects on zinc, manganese and boron leaf concentrations and compartmentation. In: SATTELMACHER, B.; HORST, W. J. (Ed.). *The apoplast of higher of Agricultural Science*, v. 15, p. 1-58, 1965.

WWF. Plantio direto. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agricultura/agr_acoes_resultados/agr_solucoes_cases_plantio2/> Acesso em: 03/12/2019.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; FONTES, R. L. F.; ÁVILA, V. T. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 44, n. 2, p. 203-206. Brasília, 2006.