

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU

INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ICIAG

GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RONALD GONÇALVES DE SOUZA

**BIOMETRIA INICIAL DE PLANTAS DE CANA DE AÇÚCAR
EM FUNÇÃO DE PÓ DE BASALTO**

UBERLÂNDIA

MINAS GERAIS - BRASIL

2023

RONALD GONÇALVES DE SOUZA

**BIOMETRIA INICIAL DE PLANTAS DE CANA DE AÇÚCAR
EM FUNÇÃO DE PÓ DE BASALTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador Prof. Dr. Hamilton Kikuti

UBERLÂNDIA

MINAS GERAIS - BRASIL

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S729 Souza, Ronald Gonçalves de, 2000-
2023 BIOMETRIA INICIAL DE PLANTAS DE CANA DE AÇÚCAR EM
FUNÇÃO DE PÓ DE BASALTO [recurso eletrônico] / Ronald
Gonçalves de Souza. - 2023.

Orientador: Hamilton Kikuti.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em
Agronomia.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

1. Agronomia. I. Kikuti, Hamilton, 1970-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em
Agronomia. III. Título.

CDU: 631

RONALD GONÇALVES DE SOUZA

**BIOMETRIA INICIAL DE PLANTAS DE CANA DE AÇÚCAR
EM FUNÇÃO DE PÓ DE BASALTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.
Orientador Prof. Dr. Hamilton Kikuti

Uberlândia, 29 de maio de 2023

Banca examinadora:

Prof. Dr. Hamilton Kikuti, UFU/MG

Engenheiro Agrônomo Filipi Cardoso, UFU/MG

Engenheiro Agrônomo João Paulo Pires, UFU/MG

DEDICATÓRIA

*Aos maiores apoiadores de minhas lutas:
Minha família.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pela dedicação e incentivo para chegar até aqui

Aos professores, que com paciência e sabedoria, contribuíram com seus conhecimento no processo desta graduação.

Ao meu orientador pela dedicação e orientação pelos seus conhecimentos.

Enfim, a todos que me apoiaram, direta ou indiretamente, para a concretização deste trabalho.

Muito obrigado!

GONÇALVES, R. S. **Biometria inicial de plantas de cana de açúcar em função de pó de basalto**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Agronomia de Uberlândia. Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia - MG. 40p. 2023.

RESUMO

Com o avanço do setor sucroenergético, aumentaram as oportunidades de alcançar maiores produtividades maiores, com menor custo e a busca do equilíbrio da adubação se torna cada vez mais importante. Devido ao aumento no preço dos fertilizantes químicos, a busca por alternativas viáveis se torna cada vez mais indispensável para uma agricultura sustentável. Dessa forma, há uma necessidade crescente de buscar outras fontes nutricionais, como por exemplo, o pó de basalto, que pode se tornar um importante aliado na redução dos custos da adubação dos canaviais e na remineralização do solo dessa forma objetivou-se, avaliar a utilização de pó de basalto no desenvolvimento inicial das mudas de cana de açúcar a partir de minitoletes. O trabalho foi realizado em casa de vegetação do Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia – MG. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, envolvendo cinco tratamentos (T0 0 - testemunha, sem pó de basalto; T30 com 30 t ha⁻¹ de pó de basalto; T60 com 60 t ha⁻¹ pó de basalto); T90 com 90 t ha⁻¹ de pó de basalto; T120 com 120 t ha⁻¹ de pó de basalto) e quatro repetições. A unidade experimental foram os vasos de 25 dm³, com dois minitoletes da variedade IACSP 95 5094. Após 65 dias do plantio dos minitoletes, foram realizadas as avaliações de altura da plantas, número de folhas, massa da parte aérea fresca, massa das raízes frescas, massa da parte aérea seca e massa de raízes secas. O pó de basalto não apresentou efeito significativo no desenvolvimento inicial da cana de açúcar.

Palavras-chaves: *Saccharum* spp; minitoletes; pó de rocha; desenvolvimento inicial.

GONÇALVES, R. S. Initial biometry of sugarcane plants as a function of basalt dust. Completion of course work. Undergraduate Course in Agronomy in Uberlândia. Institute of Agricultural Sciences. Federal University of Uberlandia-MG. 40 p. 2023.

ABSTRACT

With the advancement of the sugar-energy sector, increased opportunities to achieve higher productivity at lower costs and the fierce search for greater productivity in the sugarcane sector, the balance of fertilization becomes increasingly important. Due to the increase in the price of fertilizers and chemical fertilizers, the search for viable alternatives becomes increasingly essential for sustainable agriculture. Thus, there is a growing need to seek other nutritional sources, such as basalt powder. The use of rock dust can become an important ally in reducing the costs of fertilizing sugarcane fields and in remineralizing the soil. The work was carried out using mini-cutlets of the IACSP 95 5094 variety in 25 dm³ vases, positioned on concrete benches, in the greenhouse on the Umuarama Campus of the Federal University of Uberlândia, in Uberlândia - MG. The experimental design used was randomized blocks, with 5 treatments: T0 (control, without basalt powder); T30 (30 t ha⁻¹ basalt powder); T60 (60 t ha⁻¹ basalt powder); T90 (90 t ha⁻¹ basalt powder); T120 (120 t ha⁻¹ basalt powder) and 4 repetitions. The experimental unit was 25 dm³ vases, with two mini-cutlets of the IACSP 95 5094 variety. Sixty-five days after planting, plant height, number of leaves, fresh shoot mass, fresh root mass, mass of dry aerial part and dry root mass. Basalt powder did not have a significant effect on the initial development of sugarcane.

Keyword: Sugar cane; mini cutlets; basalt powder.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Colheita da Cana.....	17
Figura 2 – Minitoletes.....	18
Figura 3 – Vasos tratados.....	19
Figura 4 – Plantio dos Minitoletes.....	20
Figura 5 - Visão geral das bancadas	21
Figura 6- Altura das plantas e contagem de folhas.....	22
Figura 7 - Biomassa da parte aérea fresca.....	22
Figura 8 - Balança de precisão usada para pesagem dos materiais	23
Figura 9 - Biomassa de raízes frescas	23
Figura 11 - Avaliação da massa de raízes frescas	24
Figura 10 - Biomassa das raízes frescas	24
Figura 12 - Biomassa de raízes secas.....	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Altura da planta da variedade de cana de açúcar IACSP 95 5094 em função de doses de pó de basalto	26
Gráfico 2 - Número de folhas em variedade de cana de açúcar IACSP 95 5094 em função de doses de pó de basalto	27
Gráfico 3 - Biomassa de parte aérea fresca em variedade de cana de açúcar IACSP 95 5094 em função de doses de pó de basalto	28
Gráfico 4 - Biomassa de parte aérea seca em variedade de cana de açúcar IACSP 95 5094 em função de doses de pó de basalto	28
Gráfico 5 – Resumo da análise de variância da Biomassa de raízes frescas em função de doses de pó de basalto	30
Gráfico 6 - Resumo da análise de variância da biomassa de raízes secas em em função de doses de pó de basalto	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2. DESENVOLVIMENTO	10
2.1 Considerações sobre Biometria	10
2.2 A Cultura da Cana de açúcar	11
2.3 Classificação e morfologia da cana de açúcar	11
2.4 Fatores que afetam o ciclo da cana-de-açúcar	12
2.5 As Rochas e o Pó Basalto	13
2.6 O Solo	15
2.7 Importância da avaliação das plantas.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Variedade de cana de açúcar e obtenção de mudas	17
3.2 Produção de minitoletes.....	17
3.3 Preparo e Adubação dos Vasos	18
3.4 Pó de Basalto.....	19
3.5 Delineamento Experimental.....	19
3.6 Plantio dos Minitoletes	20
3.7 Avaliação	21
3.8 Análise estatística	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
Referencias	33

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, da espécie *Saccharum* spp., é uma planta com características de clima tropical e encontrou no Brasil além de grandes extensões de áreas para o cultivo, ótimas condições para seu desenvolvimento. A cultura da cana-de-açúcar é de grande importância para a economia brasileira, uma vez que o Brasil, além de ser o maior produtor mundial, se destaca na produção de açúcar e etanol (MAPA, 2020).

As rochas são de constituições complexas e pouco conhecidas no que diz respeito ao comportamento no solo. Estudos preliminares apontam que a eficiência do pó de rocha vai depender, da sua origem, composição química e mineralogia além de vários outros fatores com os quais o material deverá interagir como: a caracterização do solo, o tempo de incubação, fatores climáticos, microbiota e características das espécies cultivadas (SOUSA, 2014 apud ALMEIDA JR *et al*, 2020). No entanto, a aplicação de pó de rocha, vem se tornando cada vez mais importante para diminuir enorme dependência de fertilizantes, desta forma, pode ser uma alternativa aos tradicionais fertilizantes e uma opção mais econômica aos produtores (PÁDUA, 2012 apud CORRÊA, 2022).

O pó de rocha não é facilmente solubilizado e os nutrientes são liberados gradativamente na solução do solo após algum tempo de aplicação, o que evita as perdas por lixiviação que é comum ao adubo químico (BENEDUZZI, 2011 apud ALMEIDA JR *et al*, 2020).

Na busca de tecnologias alternativas para melhoria da condição química dos solos desses ambientes restritivos, destaca-se o uso de pó de rocha de basalto, por ser um produto natural e de baixo custo. Dessa forma, pode se tornar um importante aliado na redução dos custos da adubação dos canaviais e na remineralização do solo permitindo condições químicas equilibradas. A análise biométrica empregada nos programas de melhoramentos genético de cultivo cana de açúcar têm possibilitado a tomada de decisões por parte dos pesquisadores de forma acurada.

A análise de crescimento é uma ferramenta extremamente útil, pois permite identificar diferenças morfológicas e quantificar a produção líquida resultante do processo fotossintético, facilitando a compreensão das interações ambiente-planta (BENINCASA, 1988).

O presente estudo objetivou avaliar a utilização de pó de basalto no desenvolvimento inicial das mudas de cana de açúcar a partir de minitoletes.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Considerações sobre Biometria

A palavra “biometria” deriva dos radicais gregos bios (vida) e metron (medida), e significa, segundo Sokal & Rohlf (2000), a aplicação de métodos estatísticos para a solução de problemas biológicos. Sua utilização ganhou importância crescente durante o século XX, atingindo, nos dias atuais, caráter imprescindível para o desenvolvimento da atividade científica em biologia. No campo da genética, esta disciplina tem sido fundamental para a consolidação da sub-área de genética quantitativa, que, juntas, subsidiam também a tomada de decisão em melhoramento vegetal.

A Biometria dá suporte à tomada de decisão em pesquisas de observação naturalista (levantamentos) e em pesquisas experimentais. Nestas últimas, auxilia desde o planejamento dos ensaios até a análise dos dados obtidos, via ajustamento de modelos estatísticos; e, a especificação apropriada dos modelos e de seus parâmetros é decisiva para a tomada de decisões corretas (DUARTE, 2006).

Os estudos em Genética Quantitativa, publicado em 1918, foi um trabalho fundamental sobre componentes de variância genética e medidas de parentesco genético aditivo, de dominância e epistática, realizado por Fisher (1925). E, em 1922, foi criado o método da máxima verossimilhança e em 1925 foi desenvolvido a análise de variância, conhecida como ANOVA. A ANOVA é uma ferramenta que impacta fortemente o melhoramento genético, pois possibilita a estimação de componentes de variância e o estudo de dados provenientes de diferentes delineamentos experimentais (RESENDE 2002).

A Análise de Variância (ANOVA) é uma fórmula estatística usada para comparar as variâncias entre as medianas (ou médias) de grupos diferentes. Diversos cenários a utilizam para determinar se há alguma diferença entre as medianas dos diferentes grupos. Ajuda a determinar se uma variável independente está influenciando uma variável de destino (FISHER, 1971).

As análises biométricas das variedades de cana-de-açúcar são relevantes também em estudos de correlação fenotípica e/ou genotípica, pois possibilitam a associação entre caracteres, identificando aqueles mais responsivos e que garantem maior produtividade (FERREIRA *et al.*, 2007).

Em um estudo que avaliou as influências diretas e indiretas dos componentes de produção, altura, diâmetro e número de colmos por parcela, sobre a produtividade de colmos

por hectare de cana de açúcar nas fases de cana planta e cana soca, Silva *et al.* (2009) concluíram que na fase de cana planta, os maiores efeitos diretos foram observados para número e diâmetro do colmo.

2.2 A Cultura da Cana de açúcar

A cana de açúcar, *Saccharum* spp. é de grande importância econômica para o Brasil, onde diversos estados brasileiros apresentam condições climáticas favoráveis ao seu cultivo.

A entrada do açúcar no sul da Península Ibérica estimulou o ressurgimento da escravidão. Para romper com o monopólio da produção de açúcar exercido pelo Oriente Médio, os portugueses encontraram no Brasil Colônia uma alternativa para ingressarem definitivamente nesse mercado e estimularem seu crescimento econômico. O clima tropical e as boas condições do solo pareciam ideais para o cultivo da cana-de-açúcar, planta originária do Pacífico Sul e da Índia (LE COUTEUR E BURRESON, 2006).

A cana-de-açúcar é cultivada em grande parte do território nacional. Desde sua implantação na época do Brasil colônia, tornou-se uma cultura de grande importância para o desenvolvimento econômico e social do país. A cultura tem função correlacionada com o setor agrícola para a produção de açúcar e etanol e grande participação na matriz energética brasileira para atender a demanda crescente no mercado nacional e internacional. No Sudeste, principal região produtora, o volume colhido deverá aumentar em 4,4%, quando se compara à safra 2022/23, podendo chegar a 404,71 milhões de toneladas. Destaque para São Paulo, onde as lavouras tendem a apresentar melhora na produtividade de 2,9%, e Minas Gerais, estado em que é esperado não só a melhora no rendimento do campo, mas também ampliação na área destinada para a cultura. No Centro-Oeste, segunda região que mais produz cana-de-açúcar, tem a estimativa de produção de cana em 140,9 milhões de toneladas, com elevação de área e produtividade neste ciclo (CONAB, 2023).

A finalidade principal da cana-de-açúcar é a produção de sacarose para a fabricação de açúcar e produção de álcool como fonte alternativa de combustível. A produção de sacarose somente será satisfatória, para a indústria, se encontrar condições ambientais favoráveis à concentração de açúcar.

2.3 Classificação e morfologia da cana de açúcar

A planta de cana-de-açúcar é classificada botanicamente como pertencente a família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Andropogoneae e gênero *Saccharum* L.

As principais características das plantas pertencentes à família Poaceae são: inflorescências em forma de espiga, crescimento do caule em colmos, folhas com lâminas de sílica em suas bordas e bainhas abertas. A cana de açúcar na forma nativa é perene, de hábito ereto e levemente decumbente no estágio inicial de desenvolvimento. Já, nos estádios seguintes, a planta sofre seleção dos perfilhos por auto-sombreamento. O crescimento em altura continua até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água, de baixas temperaturas ou, ainda, devido ao florescimento, dependendo da responsividade de cada genótipo às diferentes condições ambientais (DIOLA; SANTOS, 2010 apud MARAFON, 2012).

A cana-de-açúcar desenvolve-se em forma de touceira, formando perfilhos. A parte aérea da planta é composta por colmos, material de maior interesse econômico, segmentados em nós e entrenós, onde se localiza a inserção foliar. Para a produtividade do cultivo é importante a intensidade de perfilhamento. A estrutura da touceira pode ser composta por colmos eretos, semi-eretos e decumbentes, que são características determinadas por aspectos genéticos. As folhas da cana são compostas por bainha, colar e lâmina foliar, apresentando inserção alternada no colmo. A lâmina foliar é alongada e relativamente plana, com comprimento que varia entre 0,5 e 1,5 m e largura variando de 2,5 a 10 cm, estando totalmente expandida (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008).

2.4 Fatores que afetam o ciclo da cana-de-açúcar

Como toda cultura, a cana é atacada por uma série de insetos-praga desde sua implantação até o corte. Após a instalação deve-se ficar atento ao ataque de pragas, as quais são responsáveis por grandes perdas nas lavouras.

Do preparo do solo à colheita, há uma série de fatores que podem afetar os estádios da cana de açúcar. Sendo fatores ambientais (temperatura e umidade), genéticos e fisiológicos (variedade, idade, tamanho e sanidade das gemas) e fitotécnicos (práticas agrícolas realizadas no campo) (SERAFIM et al., 2012).

Para os fatores ambientais a temperatura e a umidade são variáveis críticas. Esta fase inicial exige temperaturas altas (30°C) e boa umidade para que o processo ocorra rapidamente. Excesso ou falta de água trarão problemas nesta fase do ciclo. Doenças ou pragas até mesmo plantas daninhas podem resultar em falhas no estabelecimento inicial da cultura. A textura e estrutura do solo estão diretamente relacionadas com a sua umidade e a aeração (SILVA, 2012).

A falta ou o excesso de água no solo pode prejudicar a brotação das gemas dependendo da duração da deficiência hídrica. A umidade do solo ideal para uma boa brotação vai depender do tipo de solo e suas principais características físicas como densidade, aeração, e a condutividade hídrica (CASAGRANDE E VASCONCELOS, 2008).

2.5 As Rochas e o Pó Basalto

As rochas são de constituições complexas e pouco conhecidas, no que diz respeito ao comportamento no solo. Estudos preliminares apontam que a eficiência do pó de rocha vai depender, da sua origem, composição química e mineralogia, além de vários outros fatores, com os quais o material deverá se interagir, como a caracterização do solo, o tempo de incubação, fatores climáticos, microbiota e características das espécies cultivadas (SOUSA, 2014).

O pó de rocha promove a remineralização do solo, o que se deve ao seu amplo conteúdo mineral e à sua composição química, potencialmente apropriada para o enriquecimento de solo de baixa fertilidade, ou para a recuperação de solos empobrecidos por lixiviação. De acordo com Osterroht (2003), a dissolução dos pós de rochas é um processo lento e complexo, e que depende muito da composição química e mineralógica da rocha, granulometria do material, tempo de reação, assim como do pH e da presença de microrganismos no solo, atuando em sua degradação. Para esse tipo de fertilização, segundo Sousa (2014), é essencial combinar a mineralogia e geoquímica da rocha selecionada com as exigências do solo e das plantas. De acordo com Duarte (2010), em função de variações na composição das rochas pode haver disponibilidade de vários nutrientes a curto, médio e longo prazo.

As rochas moídas e aplicadas ao solo são constituídas de minerais de dissolução lenta que podem contribuir para o incremento da reserva nutricional do solo. Os efeitos da aplicação de pós de rochas sobre as propriedades químicas do solo e a produtividade dos cultivos foram pouco estudados de forma científica no Brasil. Nota-se a falta de informações confiáveis sobre quais tipos de rochas seriam mais eficientes, quais seus efeitos a curto e médio prazo sobre as propriedades do solo, qual granulometria seria mais apropriada e de que maneira podem disponibilizar mais rapidamente os nutrientes para as plantas. A dissolução dos pós de rocha é um processo muito lento e complexo. Depende de fatores como a composição química e mineralógica da rocha, da granulometria do material, do tempo de reação, e de fatores do solo como o pH e a atividade biológica (OSTERROHT, 2003).

O pó de rocha não é facilmente solubilizado e os nutrientes são liberados gradativamente na solução do solo após algum tempo de aplicação, o que evita as perdas por lixiviação que é comum ao adubo químico (BENEDUZZI, 2011).

A Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e a Instrução Normativa Nº 007 de 17 de maio de 1999 relaciona entre os insumos permitidos as “farinhas e pós de rochas”.

Estudos de laboratório realizados por Blum et al (1989), mostram que as taxas de liberação de nutrientes das rochas acontecem de forma muito lenta. Segundo Bolland e Baker (2000), a eficácia do pó de rocha como fonte de nutrientes para o solo é questionada devido à baixa solubilidade e pela necessidade de aplicar grandes quantidades de pó de rocha ao solo para se obter respostas positivas.

Os elementos são liberados dos minerais pelos processos de intemperismo, ou seja, as rochas são submetidas a processos que ocasionam a desintegração e decomposição da sua estrutura. Como a composição da rocha é bastante variada em espécies minerais, cada uma libera seus elementos em velocidades diferentes. Para que ocorra a liberação dos elementos que compõem as rochas, elas devem ser submetidas a alterações físicas e químicas. O intemperismo físico corresponde a uma desagregação da estrutura da rocha sem haver mudança na composição química. Já a alteração química ocorre quando a estrutura dos minerais é quebrada (LUCHESE et al., 2002).

Von Fragstein et al (1988) observaram que os basaltos apresentam taxas de liberação de elementos minerais mais rápidas quando comparadas às do granito. Osterroht (2003) cita que a granulometria da rocha tem grande influência, pois quanto maior a área superficial exposta ao ataque dos agentes químicos, físicos e biológicos do intemperismo, mais rápida é a alteração do material.

A eficácia da utilização do pó de rocha como fonte de nutrientes é questionada por Bolland e Baker (2000), em razão da baixa solubilidade desse material. Apesar da liberação dos nutrientes do pó de rocha para a solução do solo, na forma adequada para serem absorvidos pelas plantas, ser lenta (THEODORO E LEONARDOS, 2006), há uma tendência de maximizar a liberação dos elementos químicos, mediante a utilização de microrganismos capazes de promover a solubilização das rochas, acelerando o processo de liberação dos nutrientes para o solo (LIMA et al., 2007).

Theodoro e Leonardos (2006) demonstraram que o uso de pó de rocha na agricultura tem vantagens econômicas, ambientais e produtivas significativas em culturas de milho, arroz, mandioca e cana-de-açúcar, em comparação à adubação convencional.

A utilização do pó de basalto como fonte de nutrientes para o feijoeiro, em Cambissolo Húmico, foi avaliada por Nichele (2006), que verificou que em todos os feijoeiros que receberam os tratamentos com o material, a produtividade foi similar a dos tratamentos com calcário e calcário com adubo convencional. Groth et al (2017), ao estudarem o efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos fitófagos, verificaram que o pó de basalto supre as necessidades minerais dos solos e, também, favorece a diminuição populacional desses insetos na cultura de alface

2.6 O Solo

O solo é um fator importante para o crescimento dos vegetais. Além de permitir o desenvolvimento e distribuição das suas raízes, possibilita o movimento dos nutrientes, de água e ar nas superfícies radiculares ao fazer variar a capacidade de retenção de água, a solubilidade dos elementos minerais, as transformações minerais e bioquímicas, a lixiviação dos nutrientes e o pH (BENEDUZZI, 2011).

Ainda conforme Beneduzzi (2011), a formação do solo ocorre a partir de diferentes materiais de origem e em várias condições climáticas, através de processos químicos, físicos e biológicos, originando solos com características químicas e físicas distintas. Como a grande maioria dos solos brasileiros são altamente intemperizados, com mineralogia da fração argila composta de caulinita e óxidos de ferro e de alumínio, apresentam baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e têm pouca ou nenhuma reserva de bases, na medida em que a maioria dos minerais primários facilmente intemperizáveis já foi destruída.

2.7 Importância da avaliação das plantas

A planta absorve os elementos de que necessita do meio onde vive. Para os nutrientes serem absorvidos e transportados para o interior das plantas há a necessidade de estarem na solução do solo e em presença de água para que os mecanismos de transporte por fluxo de massa e difusão aconteçam naturalmente, evitando os sintomas de deficiência nutricional, o que não pode ser confundido com adubação (BENEDUZZI, 2011).

As quantidades demandadas de cada nutriente são variáveis, mas todos eles são igualmente importantes. Entretanto, para fins didáticos, os elementos essenciais podem ser assim classificados (BENEDUZZI, 2011):

- Os macronutrientes são os elementos básicos necessários em maior volume às plantas, expressos em %. São eles: Carbono, Oxigênio, Hidrogênio - retirados do ar e da água – e

Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre retirados do solo, sob condições naturais.

- Os micronutrientes são requeridos em pequenas quantidades, expressas em ppm. São micronutrientes, dentre outros, Ferro, Manganês, Cobre, Boro, Zinco, Cloro, Molibdênio e Níquel.

Estes nutrientes, nas plantas, são organizados sob a forma de hormônios, enzimas e outros compostos, cuja função é propiciar um balanço energético equilibrado no metabolismo. Para a sua determinação destes elementos é efetuada a incineração da planta, permitindo que o carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio escapem sob a forma de gases e podemos analisar as cinzas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no período de 19/03/2022 a 04/06/2022, em Casa de Vegetação, Campus Umuarama, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG.

3.1 Variedade de cana de açúcar e obtenção de mudas

Utilizou-se a variedade IACSP 95 5094, oriunda de viveiro de cana planta, fornecidos pela Bioenergética Aroeira, de Tupaciguara – MG, localizado nas coordenadas 18.752287691988474, -48.61133159260996, a 850 metros de altitude.



Figura 1 – Colheita da Cana

3.2 Produção de minitoletes

Os minitoletes foram obtidos a partir do corte dos colmos obtidos no viveiro. Em cada gema, foi medido 2 cm de cada lado da gema, fazendo o corte em cada extremidade de forma manual com um podão. A desfolha dos colmos foi feita de forma manual com podão.

A seguir, a Figura 2 mostra a colheita de colmos da variedade IACSP 95 5094, fornecidos pela Bioenergética Aroeira, do município de Tupaciguara – MG.



Figura 2 – Minitoletes

3.3 Preparo e Adubação dos Vasos

O solo utilizado foi o Latossolo, que já havia sido utilizado para experimentos de tomateiros. No entanto, se encontrava seco e foi passado em peneira grossa, homogeneizado e amostrado para caracterização química.

Os resultados obtidos foram:

- pH 5,2; M.O 1,9 dag/kg ; P30,67 mg dm⁻³ ; K 78,2 mg dm⁻³ ; Ca 3,80 mmolc dm⁻³ ; Mg 0,87 mmolc dm⁻³ ; H+Al 6,47 mmolc dm⁻³.

A análise química do solo foi realizada no Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal - LABAS da Universidade Federal de Uberlândia-MG.

Os vasos do experimento tinham capacidade de 25 dm³ e foram preenchido com 18dm³. A capacidade de campo foi realizada com Becker de 200ml e um funil e papel toalha, usando 200g de terra e 200ml de água, retendo 120ml, chegando a 70%. Utilizou-se 60% , chegando a 6,5L de água por balde.

A adubação mineral foi realizada tendo como base o resultado da análise do solo e seguindo as recomendações de 30kg.ha⁻¹ de N, 150kg.ha⁻¹ de P₂O₅, e 120kg.ha⁻¹ de K₂O.

Foi realizada a homogeneização do adubo de forma integral em cada vaso, juntamente com as doses do pó de rocha.

Os minitoletes foram colocados em dupla dentro de cada vaso com uma profundidade de 12 cm.

Nitrogênio (N)	30 kg . ha ⁻¹
Fósforo (P ₂ O ₅)	150 kg . ha ⁻¹
Potássio (K ₂ O)	120 kg . ha ⁻¹



Figura 3 – Vasos tratados

3.4 Pó de Basalto

O pó de rocha utilizado foi obtido na feira de agronegócios de Uberlândia – FEMEC, o pó de rocha basáltica é resultante da britagem da rocha basáltica. Possui como características químicas a presença de SiO₃ (50,88%), Al₂O₃ (13,04%), MgO (5,87%), CaO (9,91%), K₂O (0,98%) e P₂O₅ (0,25%). De acordo com Azevedo (2021) o pó de rocha basalto tem grande potencial agrônômico e os quantitativos de metais pesados bem abaixo daqueles estipulados pelas normas vigentes.

3.5 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos com doses de pó de basalto (0 t.ha⁻¹; 30 t.ha⁻¹; 60 t.ha⁻¹; 90 t.ha⁻¹; 120 t.ha⁻¹) e quatro repetições.

Irrigação foi realizada através do gotejamento, de forma automatizada. O sistema era ligado a cada 48 horas, totalizando 500ml a cada irrigação, chegamos a esse número através do cálculo da capacidade de campo.

Quadro Delineamento Blocos Casualizados

Identificação	Tratamentos
T0	Testemunha sem pó de basalto
T30	30 t ha ⁻¹ de pó de basalto
T60	60 t ha ⁻¹ de pó de basalto
T90	90 t ha ⁻¹ de pó de basalto
T120	120 t ha ⁻¹ de pó de basalto

Fonte: autor

3.6 Plantio dos Minitoletes

A aplicação do pó de basalto foi realizada no solo de forma manual, com homogeneização antes da deposição dos minitoletes, foi realizada a medição do vaso e deposição dos minitoletes na profundidade de 10 cm.

As gemas foram colocadas lado a lado, como mostra a figura 4, e cobertas com o restante do solo, que foi retirado para simular o plantio de 10 cm.



Figura 4 – Plantio dos Minitoletes

Após 40 dias do plantio das gemas, foi realizado o desbaste das mesmas, deixando apenas uma planta por vaso. Realizou-se o corte abaixo do nível do solo, com uma lâmina de 25cm, impedindo a competitividade e rebrota.



Figura 5 - Visão geral das bancadas

3.7 Avaliação

Após 65 dias do plantio foram realizadas avaliações de altura da planta, número de folhas, massa fresca da parte aérea e massa fresca das raízes. Logo após a avaliação de massa fresca, as amostras foram submetidas a 72 horas de estufa – 65°C, para avaliação de massa seca de parte aérea e raízes.

Avaliação em 01/06/2022: foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas, número de folhas, biomassa da parte aérea e biomassa das raízes frescas.

A altura das plantas foi realizada levando em consideração a base da planta rente ao solo, até a ponta da folha mais alta. O número de folhas foi realizado através da contagem geral de folhas desenvolvidas. A biomassa da parte aérea fresca foi considerando toda a parte aérea da planta, considerando colmo e folhas. A biomassa das raízes frescas foi considerando toda a parte das raízes dos vasos, excluindo da pesagem os minitoletes.



Figura 6- Altura das plantas e contagem de folhas

Avaliação em 04/06/2022:

- Foram avaliadas as seguintes características: biomassa da parte aérea e biomassa das raízes secas.

A biomassa da parte aérea seca e a biomassa das raízes secas foram realizadas a partir da secagem dos materiais colocados na estufa após a pesagem da biomassa fresca de ambas.



Figura 7 - Biomassa da parte aérea fresca



Figura 8 - Balança de precisão usada para pesagem dos materiais



Figura 9 - Biomassa de raízes frescas



Figura 10 - Biomassa das raízes frescas



Figura 11 - Avaliação da massa de raízes frescas

- Estufa de circulação forçada de ar (72 horas = 65°C)
 - Biomassa da parte aérea seca 04/06/2022
 - Biomassa de raízes secas 04/06/2022



Figura 12 - Biomassa de raízes secas

3.8 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o pacote computacional do programa SISVAR – Sistema de Análise de Variância (FERREIRA, 2011). Na análise de variância, para comparação dos efeitos das doses de pó de basalto foi utilizado o teste F (1 e 5%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

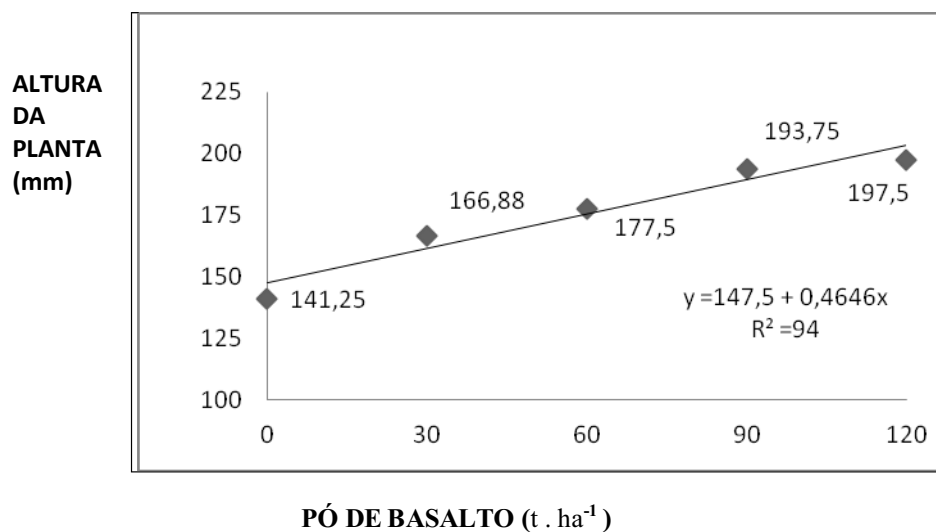
Pelo resumo da análise de variância da altura das plantas verificou-se interação significativa de épocas e bioestimulantes para altura e número de folhas (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise da variâncias da altura de plantas (mm) da variedade IACSP 5094 de cana de açúcar em função de doses de pó de basalto.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Altura de plantas (mm)
		QM
Basalto	4	20,684375 ns
Bloco	3	12,211458 ns
Resíduo	12	14,617708
CV (%)		22
Médias		175

Fonte: Autor

Gráfico 1 - Altura da planta da variedade de cana de açúcar IACSP 95 5094 em função de doses de pó de basalto

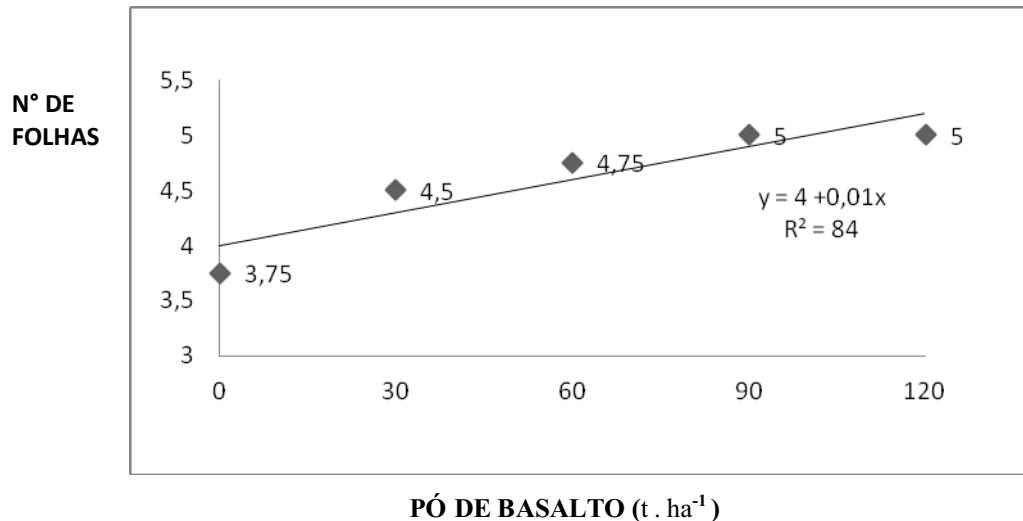


Acréscimo de 4,646 cm na altura da cana de açúcar para cada aumento de 10 t.ha⁻¹ de pó de basalto. O coeficiente nos mostra 94% de certeza das proximidades dos dados, possibilitando verificar a realidade devido a reta e os dados obtidos. O teste de F apresentou, porém, uma regressão, indicando alguns sinais que o pó de basalto pode funcionar.

Acredita-se que apesar da cana de açúcar ser uma cultura de apenas 12-18 meses e assim ter uma relação lenta como pó de basalto, não foi possível obter dados significativos. O

Gráfico 1 apenas ilustra que o pó de basalto possui um potencial produtivo, e, para se obter resultados significativos demandaria mais tempo.

Gráfico 2 - Número de folhas em variedade de cana de açúcar IACSP 95 5094 em função de doses de pó de basalto



Verifica-se acréscimo de 0,1 folha de cana de açúcar para cada aumento de 10 t.ha⁻¹ de pó de basalto. BRUGNERA (2012) não observou diferenças no número de folhas da planta de rúcula inteira utilizando doses 25t/ha e 50t/ha do pó de basalto comparadas a testemunha.

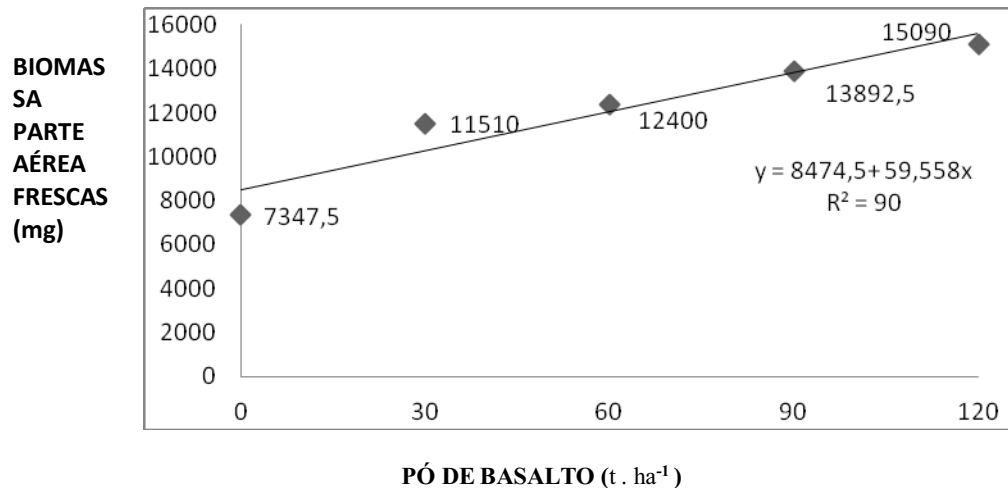
Tabela 2. Resumo da análise de variâncias da biomassa da parte aérea fresca (g) e da parte aérea seca de mudas da variedade IACSP 95 5094 de cana de açúcar em função de doses de pó de basalto.

Causas de variação	Graus de liberdade	QM	
		Parte Aérea Fresca (g)	Parte Aérea Seca (ge)
Basalto	4	35163992,50 ^{ns}	1727832,50 ^{ns}
Bloco	3	34283373,33 ^{ns}	1219685,00 ^{ns}
Resíduo	12	169111602,50	870722,50
CV (%)		34	36
Médias		12048,00	2616,50

Fonte: autor

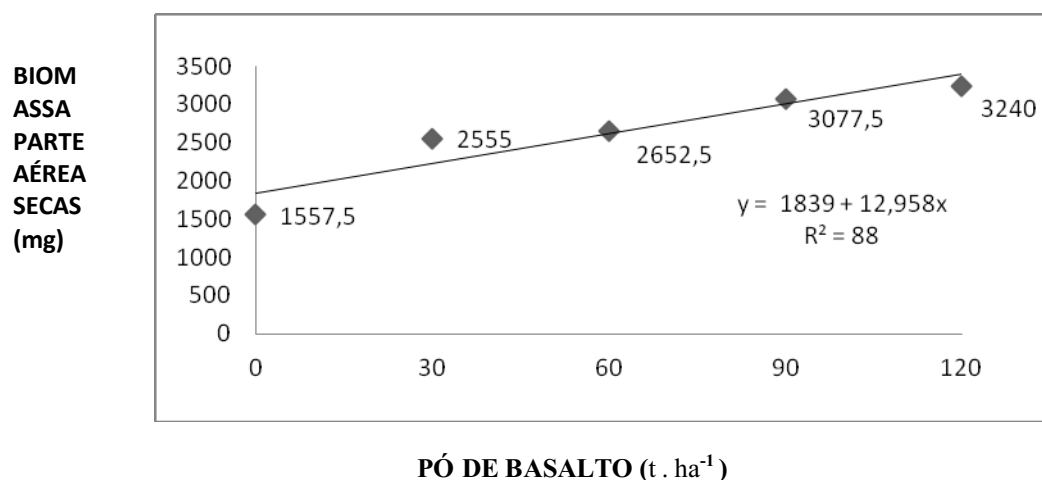
Através da Tabela 2 verifica-se que não houve variância entre a biomassa aérea fresca e a da aérea seca. As diferenças encontradas são em função do acaso, e mesmo não tendo resultado significativo, a análise de regressão foi positiva.

Gráfico 3 - Biomassa de parte aérea fresca em variedade de cana de açúcar IACSP 95 5094 em função de doses de pó de basalto



De acordo com o Gráfico 3 houve um acréscimo de 595 mg de MFPA de cana de açúcar para cada aumento de 10 t.ha⁻¹ de pó de basalto. NEVES et al. (2018) não observou diferenças para massa da parte aérea fresca de eucaliptos com 180 dias na presença de 3t/ha de pó de basalto em relação a testemunha.

Gráfico 4 - Biomassa de parte aérea seca em variedade de cana de açúcar IACSP 95 5094 em função de doses de pó de basalto



No Gráfico 4, acima verificou-se acréscimo de 129,58 mg de MSPA de cana de açúcar para cada aumento de 10 t.ha⁻¹ de pó de basalto. O coeficiente nos mostra 88% de certeza das proximidades dos dados, possibilitando verificar a realidade devido a reta e os dados obtidos. Entretanto, o teste de F apresentou resultados não significativos.

Conforme Kerkhoff et al (2018) em uma experiência realizada para feijão preto, doses de 5 a 60 t/ha de pó de rocha de basalto (PRB) não apresentam aumento da produtividade de biomassa seca da parte aérea. Porém, para as doses de 80 e 120 t/ha apresenta mesma produtividade de biomassa seca que a fertilização química, o qual pode servir de alternativa de fertilização na cultura do feijão preto.

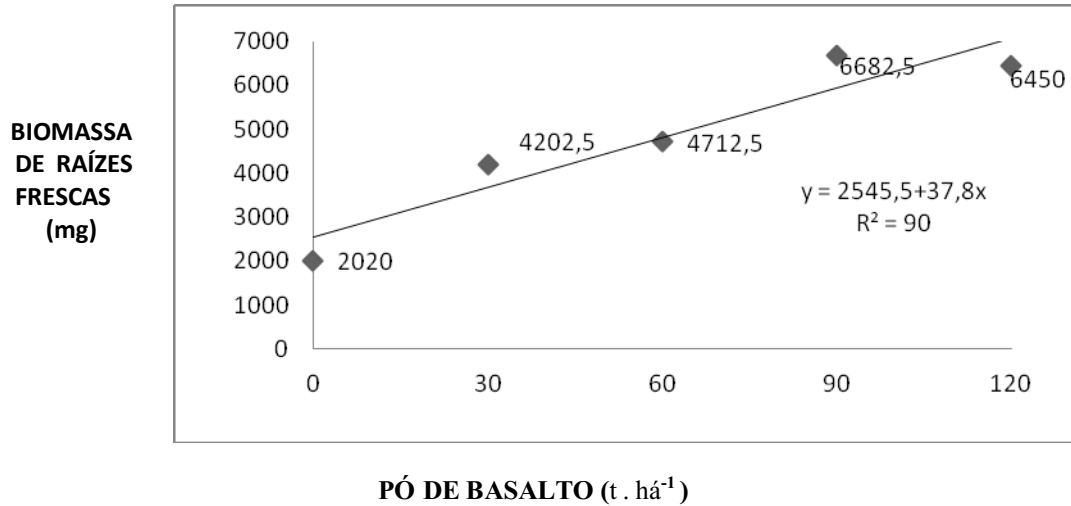
Tabela 3 - Resumo da análise de variâncias da biomassa da parte radicular fresca (mg) e da parte radicular seca de mudas da variedade IACSP 95 5094 de cana de açúcar em função de doses de pó de basalto.

Causas de variação	Graus de liberdade	----- QM -----	
		Parte Radicular Fresca(mg)	Parte Radicular Seca(mg)
Basalto	4	14358457,5 ^{ns}	2526070,00 ^{ns}
Bloco	3	17020285,00 ^{ns}	2260426,667 ^{ns}
Resíduo	12	5459097,50	894710,00
CV (%)		49	48
Médias		4813,50	1956,00

Fonte: autor

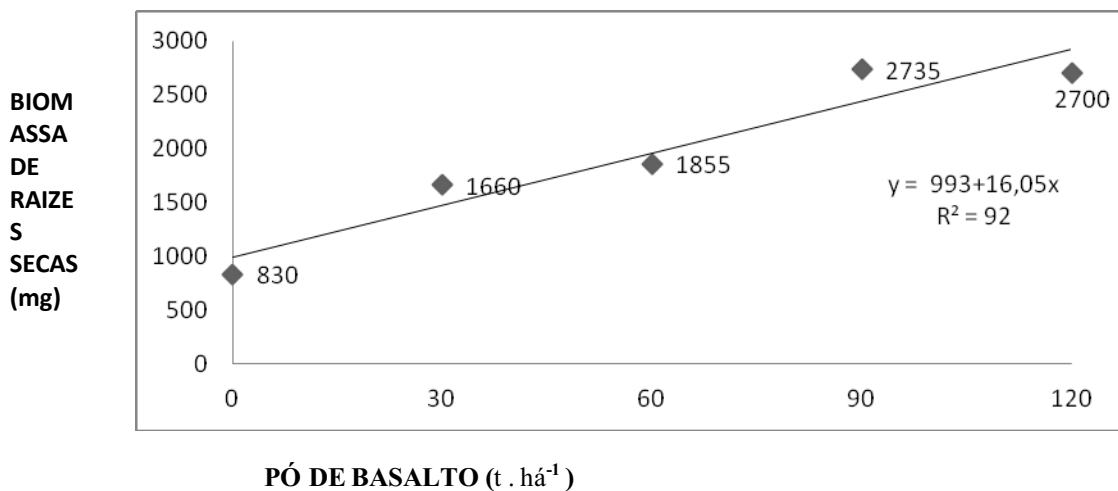
Através da Tabela 2 verifica-se que não houve variância entre a parte radicular fresca e a da parte radicular seca. As diferenças encontradas são em função do acaso, e mesmo não tendo resultado significativo, a análise de regressão foi positiva.

Gráfico 5 – Resumo da análise de variância da Biomassa de raízes frescas em função de doses de pó de basalto



De acordo com Gráfico 5 observou-se um acréscimo de 378 mg de MFR de cana de açúcar para cada aumento de 10 t.ha⁻¹ de pó de basalto. NEVES et al. (2018) não observou diferenças para massa fresca de raízes de eucaliptos com 180 dias na presença de 3t/há de pó de basalto em relação a testemunha.

Gráfico 6 - Resumo da análise de variância da biomassa de raízes secas em em função de doses de pó de basalto



De acordo com o Gráfico 6 houve um efeito linear na análise de regressão, mostrando uma tendência de aumento Acréscimo de 160,5 mg de MSR de cana de açúcar para cada aumento de 10 t.ha⁻¹ de pó de basalto.

Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas para as variáveis massa seca radicular conforme constatado na Tabela 3.

Em trabalho conduzido por Batista et al (2013) com cana-de-açúcar foi relatado que o tratamento com pó de rocha atrasou o início do período de florescimento em duas semanas o que permitiu maior eficiência no enchimento de colmos durante um período vegetativo mais prolongado. Esse fator contribuiu para um incremento na qualidade industrial da cana-de-açúcar assim como no aumento de açúcares totais recuperáveis (ATR) por hectares em comparação com a adubação convencional

Souza et al. (2013) relataram que a cultura tratada com pó de rocha apresentou produtividade acima dos registrados para safra 2011/2012, no Tocantins, além de manter a qualidade da matéria prima para o uso industrial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos tratamentos não terem mostrado resultado significativos comparados à testemunha, todas as avaliações (número de folhas; altura de plantas, MFPA, MFR, MSPA e MSR) apresentaram tendências positivas na regressão. Assim, pode-se compreender que o pó de basalto possui um potencial, no entanto, para uma maior avaliação, seria necessário mais tempo no desenvolvimento da cultura.

O estudo concluiu que o pó de basalto não influencia na brotação de mudas da variedade de cana-de-açúcar IACSP 95 5094.

REFERENCIAS

- ALMEIDA JR, J.J.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A; LAZARINI, E. et al.
Avaliação dos componentes químicos da parte aérea da cana-de-açúcar tratada com doses crescentes do condicionador pó de rocha de origem. Basalto Gabro. Brazilian Journal of Development. Curitiba, v.6, n.11,p. 88418-88424, nov.2020. ISSN 2525-8761.
<http://lattes.cnpq.br/1948346480646634>
- BATISTA, N.T.F.; RAGAGNIN, V.A.; GÖRGEN, C.A.; MARTINS, É. de S.; BIZÃO, A.A.; et al. **Uso de pó de rocha como condicionador de solos e fertilizante em cultura de cana-de-açúcar.** II Congresso Brasileiro de Rochagem, Anais... 58-64p. Poços de Caldas, Minas Gerais. 2013.
 Disponível em: https://remineralize.org/wp-content/uploads/2015/10/CBR_14.pdf
- BENEDUZZI, E.B. **Rochagem:** agregação das rochas como alternativa sustentável para a fertilização e adubação de solos. Trabalho de conclusão de curso de Geologia. Instituto de Geociencias. Porto Alegre, RS, 2011.
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/55696/000858721.pdf>
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas:** Noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BLUM, W.E.H.; HERBINGER, B.; MENTLER A.; OTTNER, F.; POLLACK, M. et al. The use of rock powders in agriculture. I. Chemical and mineralogical composition and suitability of rock powders for fertilization. **Z Pflanzenernaehr Bodenk.** V.152, 1989, 421-425.
- BOLLAND, M.D.A.; BAKER, M.J. Powdered granite is not an effective fertilizer for clover and wheat in sandy soils from Western Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems,** Dordrecht, v.56, n. 1, p.59-68, 2000.
- BRANDÃO, A. **Cana-de-açúcar, álcool e açúcar na historia e no desenvolvimento social do Brasil:** Séc. 16-20. Brasília, Ed. Horizonte INL, 269p. 1984 223-239p

CASAGRANDE, A. A; VASCONCELOS, A. C. M. **Fisiologia da parte aérea**. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A.C M. de; ANDRADE LANDELL, M. G. DE. Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 57-78

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Terceiro levantamento, Brasília - DF, v. 9, n. 3, maio. 2023.

CORRÊA, V. M. B. **Pó de rocha basalto aplicado à lanço e no sulco de plantio de cana-de-açúcar em ambiente restritivo de cerrado**. Trabalho de conclusão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Ilha Solteira. [s.n.], 2022.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool - tecnologias e perspectivas**. Viçosa: Editora UFV. p. 25-49, 2010

DUARTE, J. B. **Biometria em genética e melhoramento de plantas: tendências e inquietações**. In: simpósio de atualização em genética e melhoramento de plantas: a genética quantitativa e de populações no Brasil, 14., 2010, Lavras. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. p. 47-60.

_____. **Especificação do modelo de análise estatística de dados quantitativos e suas implicações na seleção de genótipos em plantas**. Disponível em:

http://www.gauss.ufla.br/congresso/11seagro/conteudo/sesseos_tematicas.html. Acesso em: 05/2023.

FISHER, R. A. **Design of Experiments**. New York: Hafner Publishing Company, 1971.

FISHER, R. A. **Statistical methods for research workers**. London: Oliver and Boyd, 1925. 314 p

FERREIRA, F. M.; BARROS, W. S.; SILVA, F. L.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; BASTOS, I. T. Relações fenotípicas e genotípicas entre componentes de produção em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 605-610, 2007.

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

GROTH, M. Z.; BELLÉ, C.; BERNARDI, D.; BORGES FILHO, R. C. Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v. 16, n. 4, p. 433-440, 2017.

KERKHOFF, J. T, WRITZL, T. C.; CANEPELLE, E.; STEIN, J. E. S.; REDIN, M
Produtividade de feijão preto sob diferentes doses de pó de rocha de basalto em latossolo. XXVI Seminário de Iniciação Científica. UNIJUÍ. 01 a 04 de outubro de 2018.
<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/9796/8446>

LE COUTEUR, P. e BURRESON, J. **Os botões de Napoleão**: as 17 moléculas que mudaram a história. Trad. M.L.X.A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LIMA, R. C. M.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, E. R. S.; DIAS, S. H. L. Rendimento da alface e atributos químicos de um Latossolo em função da aplicação de biofertilizantes de rochas com fósforo e potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 224-229, 2007.

LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E.. **Fundamentos da química do solo, teoria e prática**. 2ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002. 182 p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do agronegócio 2019/2020 a 2029/2030.

<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-açúcar>.

MARAFON, Anderson Carlos. Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar : uma introdução ao procedimento prático / Anderson Carlos Marafon. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 29 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 168. Disponível em http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2012/doc_168.pdf

NICHELE, E.R. **Utilização de minerais no desenvolvimento de plantas e na mitigação de odores em criações animais confinadas**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Lages: UDESC, 2006.

OSTERROHT, M. V. Rochagem Para Quê? **Revista Agroecologia Hoje**. Botucatu, nº 20, p. 12-15. Ago/set 2003.

PÁDUA, Eduane José de. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas** / Eduane José de Pádua. – Lavras : UFLA, 2012. 91 p. : il.

RESENDE, M. D. V. **Genética Biométrica e Estatística no Melhoramento de Plantas Perenes**. Brasília: Embrapa informações tecnológicas, 2002. 975p.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Anatomia e botânica. In: DINARDOMIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008, p. 47-56.

SCHWARTZ, S.B. **Segredos internos: engenhos e escravos na sociedade colonial**. Trad. L. T. Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1988

SERAFIM, L.G.F. STOLF, R.; SILVA, J. R.; SILVA, L. C. F.; MANIERO, M. A. **Influência do plantio mecanizado no índice de brotação da cana-de-açúcar**. In: Congresso Latinoamericano y Del Caribe de Ingeniería Agrícola, 10., 2012, Londrina. CLIA/CONBEA, 41., 2012, Londrina. Anais... Londrina, [S.n.], 2012. p. 1- 4.

SILVA, J. P. N. **Noções da cultura da cana-de-açúcar**/João Paulo Nunes da Silva, Maria Regina Nunes da Silva. – Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 105 p.

SILVA, J. G. C. **Planejamento de experimentos**. Pelotas: UFPEL, 2003. 364 p.

SILVA, F. L.; PEDROZO, C. A.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; PETERNELLI, L. A.; et al. Análise de trilha para os componentes de produção de cana-de-açúcar via blup. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 3, p. 308-314, 2009.

SOUSA, R. T. X. **Fertilizante organomineral para a produção de cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) -Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG/Brasil. 2014. 87 f. Disponível em:<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/12074>. Acessado em: março/2023.

SOUZA, F.N. da S.;SILVA, M. H. M. e; SANTOS, C.C. dos; SANTANA,A.P. de;ALVES; J. M. **Uso da rochagem como fonte alternativa de nutrientes na produção de cana-de-açúcar (Saccharum officinarum) para a indústria de etanol**. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Anais...2013. Florianópolis, SC. Disponível em: <https://eventosolos.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/2650.pdf>. Acesso em:

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **The comparison of dendrograms by objective methods**. Taxonomy, Berlin, v.11, p.33-40,2010.

THEODORO, S.H. LEONARDOS, O.H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**. Brasilia, v.78, p. 721-730, 2006.

VIAN, C.E.F. **Açúcar**. EMBRAPA. 23/02/2023.

Disponível: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pos-producao/acucar>. Acesso: maio/2023

VON FRAGSTEIN, P.; PERTL, W. & VOGTMANN, H. Verwitterungsverhalten silikatischer Gesteinsmehle unter Laborbedingungen. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**, v. 151, 1988. p. 141-146.

