



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSIDADE DE PALMAS-TO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA**

TATYKELLY ALVES BORGES

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE ETANOL DE BATATA-DOCE PRODUZIDA
COM DIFERENTES FONTES E DOSES DE POTÁSSIO**

**Palmas-TO
2019**

TATYKELLY ALVES BORGES

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE ETANOL DE BATATA-DOCE PRODUZIDA
COM DIFERENTES FONTES E DOSES DE POTÁSSIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em 25 de Junho de 2019, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Agroenergia (Sistemas de produção e melhoramento de culturas visando à produção de biocombustíveis).

Orientadora: Profª. Dra. Valéria Gomes Momenté
Coorientador: Prof. Dr. Fred Newton da Silva e Souza

**Palmas – TO
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

B732a Borges, Tatykelly Alves.

Avaliação do rendimento de Etanol de Batata-doce produzida com diferentes fontes e doses de Potássio. / Tatykelly Alves Borges. – Palmas, TO, 2019.

40 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Agroenergia, 2019.

Orientadora : Valéria Gomes Momenté

Coorientador: Fred Newton Da Silva e Souza

1. Etanol. 2. Batata-doce. 3. Remineralizador. 4. Potássio. I. Título

CDD 333.7

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITARIO DE PALMAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE ETANOL DE BATATA-DOCE
PRODUZIDA COM DIFERENTES FONTES E DOSES DE POTÁSSIO**

ALUNA: Tatykelly Alves Borges

COMISSÃO EXAMINADORA

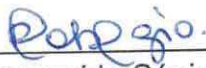
Presidente:



Dr^a. Valéria Gomes Momenté (Presidente da comissão)
UFT



Prof. Dr. Fred Newton da Silva e Souza – (Examinador Externo)
UNITINS



Prof. Dr^a. Solange Aparecida Ságio (Examinadora Interno)
UFT

Data da Defesa: 25/06/2019

As sugestões da Comissão Examinadora e as Normas PGA para o formato da Dissertação foram contempladas:



Dr^a. Valéria Gomes Momenté (Presidente da comissão)
UFT

Dedico este trabalho primeiramente a
Deus, fonte da minha vida;
In memoriam aos que do meu ventre
partiram;
À que por Deus fui apresentada;
In memoriam à colega amada Lorraine
Neres Monteiro que partiu no início da
caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus único e salvador que me fortaleceu todos os dias, não deixando que eu fraquejasse diante as dificuldades ao longo da caminhada.

A minha orientadora Professora Dsc. Valéria pelas valiosas orientações prestadas e toda ajudada fornecida para realização do experimento em campo e laboratório, Deus a abençoe.

Ao meu coorientador Professor Dsc. Fred Newton que desde a graduação compartilha comigo seus conhecimentos.

A Professora Dsc. Solange Ságio, Professor Dsc. Joenes e Professor Dsc. Ildon pela ajuda e conhecimentos compartilhados.

Aos meus pais José Donizete e Vanusa por ser fonte de desejo de querer ser mais, aos meus irmãos Raquel, Giovanna e Guilherme que se fizeram sempre presente dando força e perseverança.

A minha filha Laura Emanuelye meu esposo Carlos Junior que estiveram sempre comigo me ajudando desde a implantação do experimento em campo até a realização das análises em laboratório.

Agradeço ao Lapacpela ajuda na realização das análises laboratoriais.

A todas as pessoas que participaram direta e indiretamente na elaboração desse trabalho.

O meu sincero agradecimento!

RESUMO

A batata-doce apresenta produção expressiva de biomassa para obtenção de biocombustível, tornando-se uma fonte atrativa de bioenergia. Diante desses aspectos o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes fontes de potássio em cultivares de batata-doce visando à produção de etanol. O experimento foi conduzido no Polo de Fruticultura Irrigada São João, no município de Porto Nacional-TO, o delineamento foi de parcela subdividida do tipo Split-plot, composto de 03 cultivares de batata-doce (Duda, Amanda e Beatriz), oito Doses de Potássio e três repetições. As Doses de Potássio foram definidas da seguinte forma: Test-absolut (1) com adubação convencional recomendada para cultura da batata-doce; uso de adubação convencional associada ao Remineralizador (pó de rocha) em doses crescentes KCl+REM (2, 3, 4) onde REM I representa meia dose, REM II dose, REM III dobro da dose; aplicação apenas do Remineralizador (pó de rocha) em doses crescentes (5, 6, 7) e o uso do KCL e o Remineralizador na dose recomendada sem adição dos demais adubos (8). Tais doses são compatíveis às recomendações técnicas para a cultura plantada (batata-doce). Depois de aplicadas as doses de K foram plantadas as cultivares de batata-doce. Pelos resultados obtidos nas condições experimentais, pode-se concluir o uso do Remineralizador de solo (biotita-xisto) nas cultivares de batata-doce mostra efeitos positivos na obtenção de etanol. A utilização do Remineralizador influencia de forma positiva a produtividade das cultivares avaliada. O teor de matéria seca e amido aumentam quando se associam à fonte convencional (KCL) com o Remineralizador.

Palavras-chave: Batata-doce, Etanol, Remineralizador de solo.

ABSTRACT

Sweetpotato has significant biomass production to obtain biofuel, making it an attractive source of bioenergy. Given these aspects, the objective of the present study was to evaluate the effects of different potassium sources on sweet potato cultivars aiming at ethanol production. The experiment was carried out at the São João Irrigated Fruit Pole, in the city of Porto Nacional-TO. The design was a split-plot, composed of three sweet potato cultivars (Duda, Amanda and Beatriz), eight doses. Potassium and three repetitions. Potassium doses were defined as follows: Test-absolut (1) with conventional fertilizer recommended for sweet potato cultivation; use of conventional fertilizer associated with Remineralizer (rock dust) in increasing doses KCl + REM (2, 3, 4) where REM I represents half dose, REM II dose, REM III double dose; applying only the Remineralizer (rock powder) in increasing doses (5, 6, 7) and the use of KCL and the Remineralizer at the recommended dose without the addition of other fertilizers (8). Such doses are compatible with the technical recommendations for the planted crop (sweet potato). After applying the doses of K the sweet potato cultivars were planted. From the results obtained under the experimental conditions, it can be concluded that the use of soil Remineralizer (biotite-schist) in sweet potato cultivars shows positive effects on ethanol production. The use of Remineralizer positively influences the productivity of the evaluated cultivars. The dry matter and starch content increase when combined with the conventional source (KCL) with the Remineralizer.

Keywords: Sweet potato, ethanol, soil Remineralizer.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características físico-químicas do solo	17
TABELA 2. Teores dos elementos maiores totais no agromineral (% em massa)	18
TABELA 3. Características físicas do Remineralizador (REM).....	18
TABELA 4. Descrição das estratégias de adubação Potássica.....	19
TABELA 5. Tabela do Quadrado médio dos resultados das avaliações realizadas	23
TABELA 6. Média da Produtividade (T/há) de três cultivares de batata doce, sob oito níveis de adubação potássica.....	24
TABELA 7. Média do Teor de Matéria seca (%) de três cultivares de batata doce, sob oito níveis de adubação potássica.....	25
TABELA 8. Média do Teor de Amido (Base Úmida) de três cultivares de batata doce, sob oito níveis de adubação potássica.....	27
TABELA 9. Média da Estimativa do Teor Etanol por L/ha de três cultivares de batata doce, sob oito níveis de adubação potássica.....	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Implantação do experimento (aplicação das fontes e doses de K e plantio)	19
FIGURA 2. Uso de irrigação na área do experimento.	20
FIGURA 3. A imagem A apresenta a Batata-doce 180 dias após o plantio ainda na área do experimento, a imagem B mostra cada linha de cada parcela colhidas separadamente para determinação da produtividade.....	21
FIGURA 4. Raspa de batata-doce nos cadinhos de papel alumínio após sair da estufa.....	21
Figura 5: Figura A apresenta fatias de bata-doce após sair da estufa; figura B: Farinha de batata-doce.....	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO	10
2.1	Objetivo geral	10
2.2	Objetivos específicos	10
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1	Características da cultura da Batata-Doce	11
3.2	Batata-doce: Matéria Prima na fabricação de Etanol	11
3.3	Função do Potássio no metabolismo da cultura	12
3.4	Remineralizador de solo	14
3.4.1	Regulamentação dos remineralizadores	16
4	MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1	Local e realização do experimento.....	17
4.2	Descrição da aplicação das fontes e doses de K	17
4.3	Manejo da cultura	19
4.4	Descrição das avaliações	20
4.4.1	Produtividade	20
4.4.2	Teor da matéria seca.....	21
4.4.3	Teor de amido.....	22
4.4.4	Estimativa do rendimento de etanol	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5.1	Produtividade	23
5.2	Teor de Matéria Seca	25
5.3	Teor de Amido	26
5.4	Estimativa do rendimento de Etanol	28
6	CONCLUSÕES	30
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

A poluição causada por lançamento de gases resultantes da queima de combustíveis fósseis provoca efeitos danosos na saúde humana, na economia e ao ambiente. Michel et al. (2002) em seus estudos sobre o petróleo concluíram que ele constitui um poluente que pode persistir no ambiente por um longo período e a sua persistência pode ser explicada pela lenta biodegradação dos hidrocarbonetos.

Com a preocupação de reduzir estes efeitos, vários estudos buscam fontes de energia limpa que possam ser alternativa aos combustíveis derivados do petróleo. Os combustíveis renováveis, produzidos a partir da biomassa, entre eles os biocombustíveis, tais como o etanol, são parte dessas fontes que podem diminuir o uso de gasolina e óleo diesel (ARREDONDO, 2009).

Como fonte alternativa de bioenergia a batata-doce apresenta produção expressiva de biomassa para obtenção de álcool combustível. Alguns resultados têm mostrado que um hectare de raiz de batata-doce rende de 30 a 40 toneladas de biomassa, que pode ser transformada em combustível. O álcool de batata-doce é competitivo e seu rendimento pode variar de 130 a 170 litros por tonelada e a cana-de-açúcar rende 80 litros por tonelada, além da batata ter a vantagem de possibilitar duas safras anuais, (SILVEIRA, 2008). Portanto é desejável explorar as características que possam prever a potencialidade produtiva desta cultura.

Neste contexto o potássio torna-se importante frente aos estudos sobre a sua influência na síntese de amido e carboidratos em raízes, viabilizando a batata-doce como uma fonte de bioenergia ao processo de conversão do açúcar a etanol.

As fontes convencionais de potássio segundo Miranda *et al.*, (1987) são bastante móveis no solo, sendo assim o potássio deve ser administrado criteriosamente. Em contrapartida Souza (2014), descreve em seus trabalhos que os Remineralizadores de solo são fontes alternativas de nutrientes, especialmente de K, além da disponibilidade de nutrientes, promove alterações nas propriedades físico-químicas dos solos, tais como aumento das bases, aumento do pH e redução do alumínio trocável, além de aumento da capacidade de troca catiônica.

Pesquisas apontam também que os Remineralizadores apresentam potencial de fornecer uma grande variedade de nutrientes, diferente dos fertilizantes solúveis, que normalmente só fornecem os macronutrientes principais N, P e K (FYFE et al., 1983; LEONARDOS et al., 1987).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de diferentes fontes e doses de potássio em cultivares de batata-doce visando a produção de etanol.

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar os efeitos das fontes e doses na cultura da batata-doce e seus efeitos na obtenção do etanol;
- b) Avaliar a produtividade de biomassa de raízes das cultivares em função de fontes e doses de potássio;
- c) Avaliar a produção de matéria seca das cultivares em função de fontes e doses potássio;
- d) Avaliar os teores de amido em batata-doce em função de fontes e doses de potássio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Características da cultura da Batata-Doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L) Lam) é uma planta dicotiledónea, originária da América Tropical, sendo a região nordeste da América do Sul, o centro de origem mais aceito. Pertence à família botânica convolvulaceae é uma hortaliça tuberosa (raiz), é uma planta com grande capacidade de produzir energia por unidade de área e tempo. Fonte de energia, minerais e vitaminas, a batata-doce pode ser utilizada cozida, assada ou frita, ou no preparo de doces (SILVA et al., 2002).

Suas raízes são ricas em carboidratos (amido principalmente), com teores de 13,4 a 29,2 % (MIRANDA et al., 1987; SOARES et al., 2002; SILVA, 2002). Este considerado como o principal componente da raiz da batata-doce (CEREDA et al., 2001).

Estudos mostram que o teor de matéria seca está demasiadamente associado com o teor de amido (WANG, 1982). Desse modo os agricultores devem adotar cultivares de batata-doce de melhor qualidade (alto teor de amido), em vez de quantidade.

Com finalidade de um bom desenvolvimento vegetativo, a planta requer temperatura média superior a 24°C, preferindo clima quente para sua produção. Em temperaturas menores que 10°C o desenvolvimento vegetativo é reduzido podendo ser paralisado, tendo como consequência uma queda acentuada de produtividade. Estas condições climáticas explicam a razão pela qual as maiores áreas cultivadas com batata-doce se localizam em regiões quentes do país.

A cultura rende de 30 à 40 toneladas/hectare de biomassa (ANDRADE JÚNIOR et al., 2009), em comparação realizada com a cana-de-açúcar que gera 67 litros de álcool, a batata-doce produz mais, cerca de 130 litros de combustível (CASTRO & EMYGDIO, 2009), mostrando assim sua importância na produção de etanol.

O “resíduo” obtido, após a fabricação do etanol por ter uma qualidade proteica e pode ser usado para alimentação animal. A ração extraída da produção do etanol é obtida a custo zero, e cada tonelada de raiz pode-se conseguir em torno de 150 kg (SILVEIRA et al, 2014).

3.2 Batata-doce: Matéria Prima na fabricação de Etanol

O etanol pode ser obtido de diferentes matérias primas que contenham açúcares ou polímeros de açúcares, como cereais, frutas, tubérculos, raízes, gramíneas como a cana-de-

açúcar, sorgo sacarino entre outras. A batata-doce é uma cultura eficiente quando se trata de aproveitar a luminosa e convertê-la em energia química (LEITE e LEAL, 2007).

Estudos mostram que a elevada produção de biomassa faz da batata-doce uma excelente alternativa como matéria-prima para a obtenção de etanol (CAO et al. 2011; DUVERNAY et al. 2013).

A batata-doce é considerada uma cultura de grande potencial produtivo e energético. Caracterizada por alta produtividade de energia (carboidratos) por área, torna-se uma matéria prima de grande potencial na agricultura familiar e principalmente na produção de etanol, sem mencionar que os resíduos do processo de produção do etanol podem ser usados na alimentação animal, onde para cada tonelada de batata-doce processada, cerca de 150 kg de ração são obtidos no processo (TAVARES, 2006).

Resultados obtidos têm mostrado que um hectare de raiz de batata-doce pode chegar a uma produção de 30 a 40 toneladas de biomassa. Ao mesmo tempo em que uma tonelada de cana-de-açúcar gera 67 litros de álcool, a mesma quantidade de batata-doce pode chegar até 130 litros do combustível (CASTRO & EMYGDIO, 2008).

No entanto, o benefício de produzir etanol a partir do uso da batata-doce é que ela pode ser cultivada por agricultores familiares e possui ciclo curto de produção (4 meses a 5 meses), o que leva a dois ciclos anuais e o resíduo da industrialização pode ser oferecida aos animais como fonte de proteína principalmente na época da seca.

3.3 Função do Potássio no metabolismo da cultura

A cultura da batata-doce é altamente responsiva às alterações ambientais, inclusive àquelas de origem edáfica, principalmente relativo à fertilidade (BREGAGNOLI et al., 2003). A adição dos nutrientes no solo deve ser feita na dose recomendada para cultura, não fornecendo em excesso, principalmente o nitrogênio e o potássio (BARCELOS et al., 2007) pois o excesso de potássio pode reduzir a produção e conseqüentemente diminuir a massa seca e o amido nas raízes (REIS JÚNIOR, 1995).

A batata-doce possui sistema radicular ramificado, o que a torna eficaz na absorção de nutrientes, porém, sua resposta à adubação depende das condições do solo e a disposição do nutriente no solo. Quando cultivada em solos com fertilidade natural de média à alta, geralmente não há resposta. No entanto, em solos pouco férteis, o uso de fertilizantes minerais proporciona incremento significativo na produtividade (MONTEIRO et al. 1997).

Na maioria das hortaliças tuberosas, o potássio (K) é o primeiro nutriente mineral em ordem de extração, e, no caso específico da batata-doce, a planta apresenta altas respostas à adubação potássica (FILGUEIRA, 2003). O K é importante pois é responsável pela eficiência de uso da água, potencializa a adubação nitrogenada, atua diretamente no crescimento, formação e translocação de carboidratos, síntese do amido e a promoção de um melhor rendimento, resultando assim em um produto com maior teor de amido e raiz (REIS JUNIOR; MONNERAT, 2001).

A principal função do potássio na planta é de ativador enzimático, como as quinases e as sintetases. A ação está relacionada com a mudança na conformação da molécula, a qual aumenta a exposição dos sítios ativos para a ligação com o substrato (MALAVOLTA, 2006). O potássio também exerce função fisiológica fundamental às plantas, a abertura e fechamento dos estômatos (PRADO, 2008). Para a batata-doce, este elemento tem decisiva influência na formação de raízes tuberosas e no sabor, sendo este o nutriente utilizado em maior quantidade pela cultura (FILGUEIRA 2008).

O Cloreto de Potássio (KCl) é o fertilizante potássico mais utilizado, aproximadamente 95 % de todo potássio usado na agricultura provem dessa fonte convencional (GRANJEIRO & CECILIO FILHO, 2006). O KCl possui um elevado índice salino, que pode variar conforme a textura do solo, teor de matéria orgânica, umidade, distância de aplicação do fertilizante em relação a semente ou planta e da sensibilidade da espécie vegetal (FURTINI NETO *et al.*, 2001).

Jackson e Thomas em 1960, estudaram os efeitos de K e da calagem dolomítica sobre o crescimento e absorção da batata-doce e verificaram que a produção de raízes é mais dependente da dose de K que a parte aérea e quando estimada a percentagem de raízes comerciáveis, cor de casca e cor intensa da batata, foi melhorada, também, por altas doses de K. Estes autores observaram, ainda, que a absorção de K pelas plantas foi estreitamente correlacionada com o desenvolvimento das raízes.

Segundo Miranda *et al.*, (1987) por ser um elemento solúvel e bastante móvel no solo o potássio deve ser administrado criteriosamente parcelando sua aplicação para que a cultura consiga absorver o necessário para seu desenvolvimento.

3.4 Remineralizador de solo

Os Remineralizadores de solo são produtos da indústria extrativa mineral, que podem ser utilizados como matérias-primas para a indústria de fertilizantes (FERNANDES et al., 2010).

Dentre os vários materiais usados e pesquisados na Remineralização, destacam-se as rochas silicáticas multinutrientes (HARLEY e GILKES, 2000), onde sua utilização torna-se chamativa, pois apresentam potencial de fornecer uma grande variedade de nutrientes, diferente dos fertilizantes solúveis, que normalmente só fornecem os macronutrientes principais N, P e K (FYFE et al., 1983; LEONARDOS et al., 1987).

Os Remineralizadores são rochas compostas por minerais de maior solubilidade (biotita, flogopita, feldspatóides), além de teores razoáveis de K, Ca, Mg e micronutrientes (NASCIMENTO e LAPIDO-LOUREIRO, 2004; MARTINS et al., 2008).

No período da 1ª Guerra Mundial os países desprovidos de reservas convencionais de potássio (EUA, Inglaterra, França e Suécia) começaram os primeiros estudos tecnológicos direcionados à produção de fertilizantes potássicos a partir de rochas silicáticas (SOUZA, 2014).

No Brasil, os estudos sobre fontes não convencionais de potássio iniciaram-se na década de 1950 com os trabalhos de Ilchenko & Guimarães (1953), o qual envolveu solubilização via ataque ácido em rochas silicáticas alcalinas (fonolito), no entanto, as pesquisas se intensificaram na década de 1970/80 (SOUZA, 2014). Nesse período a atenção voltou-se às rochas silicáticas multi-nutrientes, devido a ampla ocorrência, e potencial de fornecimento de macro e micronutrientes (FYFE et al., 1983). Ocorreu um envolvimento do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) o qual começou a desenvolver estudos sobre fontes alternativas de potássio para a indústria nacional de fertilizantes.

Nessa época, trabalhos importantes foram desenvolvidos pela Universidade de Brasília (UnB) que veio com enfoque diferente com propósito de aumentar a fertilidade em solos lixiviados e arenosos sob condições de manejo da agricultura familiar (LEONARDOS et al., 1976). No final da década de 1990, a Universidade de Brasília e a Embrapa Cerrados retomaram estudos sobre o uso de rochas como fonte alternativa de potássio em sistemas agropecuários (MELAMED et al., 2007).

Desde então, a técnica da Remineralização passou a integrar pauta de instituições de pesquisa e pesquisadores das várias regiões do país, de maneira que em 2006 foi criada a Rede Interinstitucional de Pesquisa da Rochagem, a Rede AgriRocha, coordenada pela

Embrapa Cerrados. A realização do I e II Congresso Brasileiro de Rochagem mostrou que as pesquisas com Remineralizadores no Brasil envolvem diferentes abordagens metodológicas, tratamentos e delineamentos experimentais, além de uma variedade significativa de materiais (rochas e minerais) e culturas agrícolas (SOUZA, 2014).

Conforme observado, a obtenção dos produtos usados na Remineralização se dá especialmente por meio do aproveitamento dos resíduos de mineração, comumente, considerados um passivo ambiental.

Dentre os aspectos que condicionam o potencial agrônômico dos Remineralizadores, é recorrente o argumento de que a baixa solubilidade dos minerais caracteriza-se como a principal limitação dessa prática agrícola, mais a verdade, como bem apontam Leonardos et al. (2000), essa característica apresenta uma grande vantagem para agricultura tropical, onde a interação de fatores do solo (baixa capacidade de troca de cátions) e do clima (alta pluviosidade) tornam os fertilizantes solúveis facilmente lixiviados.

Segundo Martins (2010) a liberação lenta e gradual de nutrientes pelo uso dos Remineralizadores é positiva em função dos efeitos residuais sobre cultivos sucessivos, como é também a formação de minerais secundários sobre a elevação da CTC, com redução das perdas por lixiviação dos nutrientes na solução do solo.

Dependendo dos materiais utilizados (rochas e minerais) e dos fatores do solo e da planta, os remineralizadores trazem seguintes funções: correção da acidez; fonte de nutrientes; e Remineralização ou condicionamento do solo (LUZ et al., 2010). Porém, conforme destacado por Souza (2014), a literatura mostra que o principal interesse da rochagem volta-se à obtenção de fontes alternativas de nutrientes, especialmente de K, mediante processos de modificação física e/ou térmico de diferentes materiais.

Santos et al. (2014) em seu estudo sobre a produção de batata com uso de pó de rocha, verificaram um aumento linear da produção e produtividade com o aumento das doses de pó de rocha. Todavia, torna-se indispensável estudo que relacionem o incremento da produção de biomassa da batata-doce com essa fonte alternativa de nutriente.

Em trabalhos realizados por Borges e Souza (2016) no estado do Tocantins, foi possível verificar que o Remineralizador de solo (biotita-xisto) apresentou efeitos positivos no aumento da matéria seca de culturas leguminosas e um ótimo desempenho na produtividade de feijão-caupi, efeitos significativos também foram observados no solo o qual teve aumento linear na CTC de acordo com aumento das doses do Remineralizador.

3.4.1 Regulamentação dos Remineralizadores

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, é o órgão brasileiro responsável por inspecionar e fiscalizar todos os insumos destinados à agricultura, conforme estabelece a Lei nº 6.894/1980, regulamentada pelo Decreto nº 4.954/1980.

Com base na Lei 6.894/1980, a Instrução Normativa nº 35/2006, que estabelece as normas sobre especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos insumos destinados à agricultura, enquadra os pós de rochas na categoria condicionador de solos, ou seja, um produto que promove a melhoria das propriedades físicas, físico-químicas ou atividade biológica do solo, podendo recuperar solos degradados ou desequilibrados nutricionalmente.

Em 2013 foi publicada uma nova Lei nº 12.890/2013, a qual alterou a lei 6.894/80 teve como principal mudança promovida pela referida Lei foi a criação de uma nova categoria de insumo para a agricultura, os Remineralizadores de solo, ou seja: material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo.

Instruções Normativas 05/2016

- Estabelece valores para enquadramento dos materiais como produto Remineralizador.
- Estabelece ainda procedimentos para testes voltados para registro no MAPA.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local e realização do experimento

O experimento foi realizado no Projeto Polo de Fruticultura Irrigada São João, no município de Porto Nacional-TO. As análises laboratoriais e agronômicas foram realizadas no campus da Universidade Federal do Tocantins (UFT) Palmas-TO(220m de altitude, 10°10' de LS e 48°21' de LW) nos laboratórios LASPER e FITOTERAPIA.

Preparo do solo

A área experimental foi preparada com uma aração e uma gradagem 30 dias antes do plantio. As leiras construídas com espaçamentos de 1 m e com aproximadamente 0,30 m de altura.

As adubações de plantio e de cobertura foram realizadas de acordo com a necessidade, conforme a análise de solo feita após escolha da área. A recomendação de adubação foi realizada de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Embrapa (1995).

Tabela 1: Características físico-químicas do solo.

Ph	P	K	Al	Ca+MG	Ca ⁺⁺	H+Al	MO	CTC
H2O	mg/dm ³	cmol/dm ³	m.e./100cc		%	Cmol
6,1	3,59	0,03	0,0	3,67	0,55	2,8	1,76	3,53

Análise físico-química do solo coletada antes da aplicação da implantação do experimento realizada pelo Laboratório Super.

4.2 Descrição da aplicação das fontes e doses de K

O experimento foi composto por diferentes fontes e doses de potássio. Onde utilizou-se como adubo para fornecer Potássio (K) o KCL e o Remineralizador de solo (biotita-xisto) este proveniente dos resíduos do Garimpo de Esmeraldas de Monte Santo -TO, que depois de moído em Usina de Calcário apresenta granulometria 86% menor que 50 mesh (0,3 mm), e composição multinutriente: 15,3% de MgO; 9,2% de CaO; 3% de K₂O.

As análises da composição geoquímica do Remineralizador foram realizadas no Acme Analytical Laboratories Ltd para os elementos maiores são apresentados na Tabela 2. Além desses, elementos considerados micronutrientes estão presentes em teores consideráveis (ppm): Mo (2,8); Cu (27,0); Zn (53,0); Co (34,3); B (3,0). Já os teores de elementos

potencialmente tóxicos são considerados baixos: As (0,6); Cd (<0,1); Pb (3,2); Cr (0,09); Ni (83,2).

Tabela 2: Teores dos elementos maiores totais no agromineral (% em massa).

Amostra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	PF ¹	C ²	S ³	Soma ⁴
REM	50,9	13,0	8,6	15,3	9,2	3,0	3	0,1	0,2	3,2	0,5	0,1	99,7

¹ PF – perda ao fogo, relativo ao teor total de voláteis (CO₂ + SO₃ + H₂O);

² C – carbono total medido pelo Leco;

³ S – enxofre total medido pelo Leco;

⁴ Soma relativa aos óxidos e à PF.

A análise granulométrica do remineralizador foi realizada a partir de uma amostra seca e fracionada com o auxílio de peneiras. A partir de uma amostra retirada da menor fração (<0,297 mm), pelo método da pipeta foram calculados o percentual das frações silte (< 0,05 mm) e argila (< 0,002 mm). A densidade aparente foi determinada pelo método direto da proveta, a partir de uma amostra destorroada e peneirada (< 2,0mm). A determinação da área de superfície específica, com base no método BET, foi realizada no Laboratório de Nanotecnologia da Embrapa Instrumentação.

Tabela 3: Características físicas do Remineralizador (REM).

Amostra	Granulometria (mm)					ASE	Densidade
	< 0,84	< 0,3	< 0,15	< 0,06	< 0,002	m ² g ⁻¹	gdm ⁻³
REM	99,8%	88%	76%	27%	6%	0,562	1,46

De acordo com a classificação da ABNT (ABNT/NBR 6502/95), e conforme as características físicas descritas na Tabela 3, o Remineralizador apresenta 73% das partículas com granulometria classificada como “fração areia” (0,06 a 2 mm), 21% como “silte” (0,002 a 0,06 mm), e 6% como “argila” (< 0,002 mm), classificado como Neossolo Quartzareno.

Conforme descrito na Tabela-4, o experimento tem delineamento DIC em parcela subdividida do tipo Split-plot, as análises estáticas foram feitas pelo teste de Scott Knott.

O experimento foi composto de 03 cultivares de batata-doce (Duda, Amanda e Beatriz), oito Doses de Potássio e três repetições. As Doses de Potássio foram definidas da seguinte forma: Test-absolut (1) com adubação convencional recomendada para cultura da batata-doce; uso de adubação convencional associada ao Remineralizador (pó de rocha) em doses crescentes KCl+REM (2, 3, 4) onde REM I representa meia dose, REM II dose, REM III dobro da dose; aplicação apenas do Remineralizador (pó de rocha) em doses crescentes (5, 6, 7) e o uso do KCL e o Remineralizador na dose recomendada sem adição dos demais adubos

(8). O experimento ocupou uma área total de 840m², sendo 21 m de largura e 40 de comprimento.

As quantidades de Remineralizador (REM) e KCL aplicadas são compatíveis com as doses de K descrita nas recomendações técnicas para a cultura da batata-doce segundo a Embrapa (1995): KCL (90 kg ha⁻¹ de K₂O), REMI (45 kg ha⁻¹ de K₂O); REMII (90 kg ha⁻¹ de K₂O); e REMIII (180 kg ha⁻¹ de K₂O). Utilizou-se o adubo Super Simples na dose de 180 kg/há P₂O₅ e Ureia 60 kg/há N doses recomendadas para batata-doce.

Tabela 4: Descrição das estratégias de manejo.

Doses de Potássio	Fonte de K	Outros*
1. Test-Controle Positivo	KCl	+
2. KCl + REMI	KCl e Remineralizador	+
3. KCl + REMII	KCl e Remineralizador	+
4. KCl + REMIII	KCl e Remineralizador	+
5. REMI	Remineralizador	+
6. REMII	Remineralizador	+
7. REMIII	Remineralizador	+
8. KCl + REMII*	KCl e Remineralizador	-

¹RM= Remineralizador; KCl = Cloreto de Potássio;

²Outros: calcário dolomítico (2 t.ha⁻¹); Superfosfato Simples (180 kg/há P₂O₅) e Ureia (60 kg/há N) doses recomendadas para batata-doce. * sem SS e N.



Figura 1: Implantação do experimento (aplicação da adubação e plantio).

4.3 Manejo da cultura

Para a realização do experimento, foram utilizados as cultivares Duda, Amanda e Beatriz obtidas pelo programa de melhoramento genético da Universidade Federal do

Tocantins, tendo como características: colheita aos 150 e 180 dias após o plantio (SILVEIRA et al., 2014).

As ramas utilizadas no plantio foram constituída por toda as partes da rama (apical, mediana e basal). O comprimento de cada rama foi de 15-20 cm, contendo de três a cinco entrenós. As ramas foram cortadas com tesoura de poda.

Utilizou-se irrigação do tipo aspersão, para suprir as necessidades hídricas da cultura.

Os tratos culturais foram feitos manualmente com uso de enxadas aos 40 dias após o plantio e 100 dias após o plantio, para eliminar as plantas daninhas.



Figura 2: Uso de irrigação na área do experimento.

4.4 Descrição das avaliações

4.4.1 Produtividade

Foram avaliados a produção de raízes obtida como resultado dos efeitos das diferentes fontes e doses de K. As avaliações levaram em conta o aspecto produtivo inferido ao final do ciclo da cultura, ou seja, 180 dias após o plantio. A avaliação da produtividade total de raízes tuberosas foram realizadas por meio da pesagem das raízes das plantas de cada linha da parcela amostral, que ao final converteu-se em toneladas por hectare.



Figura 3: A imagem A apresenta a Batata-doce 180 dias após o plantio ainda na área do experimento, a imagem B mostra cada linha de cada parcela colhidas separadamente para determinação da produtividade.

4.4.2 Teor da matéria seca

Para quantificar o Teor de matéria seca seguiu-se a metodologia da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC 1995), colocou-se 20 g de amostra fresca de batata-doce ralada em cadinhos de alumínio estes previamente pesados. Posteriormente, os cadinhos com amostras foram colocadas em estufa com circulação de ar e com aquecimento a 105°C durante 8 horas, após esse período as amostras foram pesadas.

A quantificação do matéria seca total (M.S.T.) foi calculada da seguinte forma:

$$\text{M.S.T.} = \frac{(\text{Peso do cadinho com amostra seca} - \text{Peso do Cadinho vazio}) \times 100}{\text{Peso da amostra fresca sem o cadinho}}$$



Figura 4: Raspa de batata-doce nos cadinhos de papel alumínio após sair da estufa.

4.4.3 Teor de amido

Para quantificar o amido foi produzida a farinha das raízes de batata-doce. Para produção da farinha a batata doce colhida foi lavada em água corrente e picada manualmente em fatias. O material foi disposto em marmitas de alumínio para desidratação em estufa ventilada a 60°C por 24 horas. Em seguida as amostras secas foram moídas em um moinho modelo TE-631.

Após a produção da farinha quantificou-se o teor de amido. Para essa quantificação utilizamos o espectrômetro infravermelho, NIR 900 PLS, marca FEMTO. A aquisição dos espectros foi dada no modo de refletância difusa ($\log 1/R$) na faixa de 1100 – 2500 nm com varreduras ocorrendo de 5 em 5 nm, através do software FemWin 900. Onde utilizamos triplicatas para realização experimentais. A farinha então pôde ser colocada na cubeta do aparelho, no qual foram realizadas as leituras e lançadas na curva padrão e então aplicamos a equação a seguir para obter o resultado de Amido em Base Úmida.

$$\text{Amido (b.u.) \%} = \text{Teor de matéria seca (\%)} \times \text{Amido (b.s)}$$



Figura 5: Figura A apresenta fatias de bata-doce após sair da estufa; figura B: Farinha de batata-doce

4.4.4 Estimativa do rendimento de etanol

Os cálculos foram feitos a partir dos resultados da produtividade % de matéria seca e do teor de amido analisados para cada adubação, obtendo o rendimento de etanol conforme metodologia descrita por Cereda (2001) e adaptada por Machado & Abreu (2007) onde uma tonelada de carboidrato pode se obter 718,9 a 730 litros de etanol.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O uso de materiais ricos em potássio, magnésio, cálcio, fósforo e micronutrientes tem mostrado excelente resposta agrônômica para uso em diversas culturas (LEONARDOS et al. 2000). Tais elementos causam alterações nos atributos físico-químicos do solo, cujos efeitos são favoráveis ao desenvolvimento e produção das espécies agrícolas.

A tabela 5 apresenta os resultados do quadrado médio em relação as avaliações realizadas. Nesta tabela observamos que teve diferença significativa entre as cultivares e entre a interação das doses de K pelo teste de F ($p < 0,05$). Os coeficientes de variação foram baixos, para as avaliações de Matéria Seca e Teor de Amido, médio para produtividade e Rendimento de etanol.

Tabela 5: Resumo da análise de variância conjunta para Produtividade (T/há), Matéria Seca (%), Teor de Amido (%), Rendimento de Etanol (L/há) em três cultivares de batata doce, em diferentes doses de potássio.

FV	GL	Quadrado Médio			
		PR	MS	TA	RE
Bloco	2	12,34ns	13,65*	5,93*	12,34
Cultivar	2	137,98*	71,84*	100,64*	137,98
Erro 1	4	18,31	0,92	0,54	18,31
Doses de K	7	811,03*	34,32*	12,12*	811,03
Cultivar*Doses	14	223,71*	17,46*	13,72*	223,71
K					
Erro 2	42	17,57	4,45	1,33	17,57
Total Corrigido	71	9921,16	846,63	548,32	9921,16
CV 1 (%)		22,85	2,53	3,91	22,85
CV 2 (%)		22,38	5,55	6,08	22,38

FV - Fontes de Variação; PR - Produtividade (t ha⁻¹); MS - Matéria Seca (%); TA - Teor de amido (%); RE: Estimativa do Rendimento em etanol (T ha⁻¹); *significativo pelo teste de F ($p < 0,05$)

5.1 Produtividade

A Tabela 6 apresenta a produtividade em toneladas por hectare (T/há) de cada cultivar, observa-se que as doses de K utilizadas diferiram estatisticamente entre si, cujas médias variaram de 1,86 T/ha a 43,73 T/há, formando três grupos de médias.

A maior produtividade foi obtida pela cultivar Beatriz que alcançou 43,73T/há na adubação que utilizou o Remineralizador no dobro da dose (REM III), a cultivar Amanda teve

produtividade máxima quando utilizou o Remineralizador na dose recomendada (REM II) 31,57T/há e a cultivar Duda teve maior produtividade no REM III, produziu 28,13 T/há.

Tabela 6: Média da produtividade em T/há de três cultivares de batata doce, sob oito níveis de adubação potássica.

Doses de Potássio	DUDA	AMANDA	BEATRIZ
1. Test-absolut	11,03cA	5,20 bA	16,71 cA
2. KCl + REM I	27,31 aA	18,28 bB	6,56 dC
3. KCl + REM II	19,24bA	1,86cB	3,61 dB
4. KCl + REM III	15,98 bA	4,92 cB	16,71 cA
5. REM I	9,19 cB	27,60aA	26,47 bA
6. REM II	28,11aB	31,57 aB	39,90 aA
7. REM III	28,22aB	20,60 bC	43,73 aA
8. KCl + REM II	12,40 bC	19,83 bB	23,85 bA
Média			

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, pertence ao mesmo grupo estatístico, pelo teste Scott e Knott ($p < 0,05$)

Todas as cultivares formaram três grupos, sendo que as maiores medias para a cultivar Duda estão nas doses que utilizaram o KCL em associação ao Remineralizador meia dose (KCL +REM I), o Remineralizador na dose recomendada (REM II) e no dobro da dose (REM III) seguido das demais doses.

Para cultivar Amanda as doses de Remineralizador na metade da dose (REM I) e na dose (REM II) recomendada apresentam melhor produtividade, sendo 27,6 t/há e 31,57 t/há respectivamente.

Em contrapartida a cultivar Beatriz teve melhor produtividade com uso do Remineralizador na dose (REM II) e dobro da dose recomendada (REM III), sendo que o aumento da dose de potássio ocasionou também um aumento na produtividade de raízes.

Em estudos realizados por Santos et al. (2014) sobre a produção de batata com uso de pó de rocha, verificou um aumento linear da produção e produtividade com o aumento das doses de pó de rocha, podemos observar que o aumento da dose para as cultivares Duda e Beatriz teve efeito positivo na produtividade, já a cultivar Amanda o aumento da dose causou uma queda expressiva da produtividade, mostrando que a quantidade de nutriente disponível para a planta foi excessiva tornando-se inviável para seu desenvolvimento vegetativo.

Azevedo et al. (2002) em estudos com batata doce verificou produtividade para o genótipo 92028 (29,82 t/há), resultados superiores foram encontrados no presente estudo nas estratégias de adubação com o remineralizador como fonte de potássio.

Em pesquisas realizadas por Barbosa (2005) obteve com a cultivar Rainha Branca 24,25 (t/há), Cardoso et al. (2005) obteve produtividade de 28,5 (t/há) para o clone 1 Janaúba; Massaroto (2008) obteve com a cultivar Palmas 26,60 t/há; Câmara (2009) obteve com o genótipo Califórnia, 39,30 t/há. Figueredo (2010) obteve com o genótipo BD-54 31,81 t/há, no entanto resultados superiores podem ser observados na tabela 6.

Portanto, o Remineralizador potencializou a produtividade da cultura, isto ocorreu porque ele possui uma liberação lenta e gradual de nutrientes ao longo do ciclo vegetativo da planta, além de ser condicionador de solos capaz de potencializar os efeitos das fontes convencionais de nutrientes.

5.2 Teor de Matéria Seca

Ao analisar a matéria seca, resultados apresentados na tabela 6, verifica-se que a cultivar Duda apresenta maior percentagem de matéria seca (45,96% de MS) em relação as demais cultivares, este resultado pode ser observado na adubação com KCL e o Remineralizador na meia dose (KCL + REM I) onde foi utilizado o KCL em associação com o Remineralizador ambos na dose recomendada para a cultura (90 kg/há de K₂O).

A menor percentagem de matéria seca pode ser observado na cultivar Amanda (33,60%) quando utiliza o Remineralizador na dose recomendada (REM II).

Tabela 7: Média do Teor de Matéria Seca (%) de três cultivares de batata doce, sob oito níveis de adubação potássica.

Doses de Potássio	DUDA	AMANDA	BEATRIZ
1. Test-absolut	42,22 bA	38,50 aA	40,11 aA
2. KCl + REM I	45,96 aA	36,25 bB	39,07 aB
3. KCl + REM II	36,44 cA	36,52 bA	40,31 aA
4. KCl + REM III	39,78 cA	40,00 aA	36,81 aA
5. REM I	39,95 cA	34,71 bB	37,13 aB
6. REM II	35,83 dA	33,60 bA	34,25 bA

7. REM III	36,44 dB	39,95 aA	33,96 bB
8. KCl + REM II *	40,63 cA	38,03 aA	33,79 bB

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, pertence ao mesmo grupo estatístico, pelo teste Scott e Knott ($p < 0,05$)

Na cultivar Duda foram formados quatro grupos de médias, onde o grupo com as maiores médias encontram-se apenas no KCL em associação ao Remineralizador meia dose (KCL+REM I) e a menor média encontra-se no Remineralizador na dose recomendada (REM II) e Remineralizador com o dobro da dose recomendada(REM III).

Por outro lado a cultivar Amanda divide-se apenas em dois grupos, onde o grupo com as maiores médias encontram-se na Test-Absolut (38,5%),KCl + REM III (40,0%), REM III (39,95) eKCl + REM II * (38,03).

A cultivar Beatriz divide-se em dois grupos, as maiores médias compreendem 70% das fontes e doses de potássio, e no grupo com as menores médias de Matéria Seca estão REM II (34,25% de MS), REM III (33,96 % de MS) e KCl + REM II * (33,79 % de MS).

Apenas dentro da Test-Absolut e Remineralizador na dose recomendada (REM II) não foram detectadas diferenças significativas entre as cultivares.

Ao utilizar uma quantidade maior de potássio (as duas fontes em associação), as cultivares tiveram melhor teor de MS, este resultado também foi observado por Nascimento (2013), em estudos utilizando diferentes doses de potássio relatam maior acúmulo de matéria seca com incremento nas doses de potássio.

Silveira et al. (2014), utilizou as mesmas cultivares e mesma dose recomendada de potássio, e em seus estudos obteve na cultivar Duda 40,4% de MS, Amanda 32,35% de MS e Beatriz 28,56%, no presente trabalho as cultivares apresentam maior quantidade de matéria seca quando utilizamos o KCL em associação ao Remineralizador, temos um aumento da dose de potássio e uma fonte que libera gradualmente para o solo o nutriente.

5.3 Teor de Amido

O Teor de amido apresentou diferença entre as doses aplicadas. Na Tabela 8 pode-se observar, quanto ao teor de amido (base úmida), que as cultivares Duda, Amanda e Beatriz diferiram estatisticamente entre si, cujas médias variaram de 15,09% a 24,39%, sendo que apenas o REM II não houve diferença significativa entre as cultivares avaliadas.

Duda foi a cultivar que teve maior teor de amido, este pode ser observado na interação do Remineralizador com a fonte convencional de potássio (KCL + REM I).

Tabela 8: Média do Teor de Amido (Base Úmida %) de três cultivares de batata doce, sob oito níveis de adubação potássica.

Doses de Potássio	DUDA	AMANDA	BEATRIZ
1. Test-absolut	22,09 bA	16,94 cB	21,20 aA
2. KCl + REM I	24,39 aA	15,09 cB	18,45 bC
3. KCl + REM II	22,28 bA	16,01 cB	16,20 cB
4. KCl + REM III	19,27 cB	21,93 aA	20,18 aB
5. REM I	20,51 cA	16,54 cB	19,16 bA
6. REM II	18,22 cA	16,22 cA	16,44 cA
7. REM III	20,21 cA	18,58 bA	15,96 cB
8. KCl + REM II*	23,48 aA	18,83 bB	16,92 cB

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, pertence ao mesmo grupo estatístico, pelo teste Scott e Knott ($p < 0,05$)

Foram formados três grupos de médias entre as doses de potássio para cada cultivar. Na cultivar Duda houve maior teor de amido na associação do KCL com o Remineralizador meia dose (KCL + REM I) e KCL com o Remineralizador no dobro da dose (KCL + REM II), seguidos pela Test-Absolut (22,09) e KCL com Remineralizador sem outros nutrientes (23,48%).

As cultivares Amanda e Beatriz apresentaram melhor desempenho no KCL + REM II onde tivemos um aumento da dose de Potássio. Isso ocorreu devido à participação do potássio na formação e translocação de carboidratos, o aumento da dose de potássio resultou em maior concentração de amido nessas cultivares.

Estes resultados apresentam teores menores que os encontrados por Srichuwong et al. (2012) que relataram teores de amido de 27,8 a 28,5% em base úmida em clones produzidos no Japão.

Santana et al. (2014), em Palmas-TO, encontraram teores de 26,83%, 26,04% e 25,12% para o genótipo BDI (2011)81 e as cultivares de batata-doce industrial, Carolina Vitoria e Duda, respectivamente.

Resultados semelhantes foram observados aos obtidos por Silveira et al. (2008), que avaliou cultivares de batata-doce para produção de etanol e relataram médias de teores de amido para as cultivares Duda com 24,4%, Amanda 21,4% e Beatriz 26,2%, apenas a cultivar Beatriz não obteve resultados semelhando ao do autor.

5.4 Estimativa do rendimento de Etanol

Foram formados três grupos de medias para cultivar Duda, onde as adubações REM III (28,22 m³/há), REM II (28,13 m³/há), KCL + REM II (27,31m³/há) apresentam as maiores medias. Na cultivar Amanda as medias apresenta três grupos, as menores médias estão nas doses KCL+REM II, KCL +REM III e Test-absolut.

Tabela 9: Média da Estimativa do Teor Etanol por m³/ha de três cultivares de batata doce, sob oito níveis de adubação potássica.

Dose de K	DUDA	AMANDA	BEATRIZ
1. Test-absolut	11,03 cA	5,20 cB	16,71 dA
2. KCl + REM I	27,31 aA	18,28 bC	6,56 dB
3. KCl + REM II	19,24 bA	1,86 cB	3,61 dB
4. KCl + REM III	15,98 bB	4,92 cA	16,71 cB
5. REM I	9,19 cA	27,60 aB	26,47 bA
6. REM II	28,13 aA	31,57 aA	39,90 aA
7. REM III	28,22 aA	20,60 bA	43,73 aB
8. KCl + REM II*	12,40 cA	19,28bB	23,85 bB

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, pertence ao mesmo grupo estatístico, pelo teste Scott e Knott ($p < 0,05$)

Para cultivar Beatriz as medias formaram quatro grupos de medias, onde as maiores medias estão na adubação REM III (43,73 m³/há) e REM II (39,90 m³/há), seguidos das adubações REM I e KCL + REM II*.

Silva et. al. (2016), utilizando as recomendações de adubação para a cultura da batata-doce de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo boletim técnico “a cultura da batata-doce como fonte de matéria prima para produção de etanol” produzido por Silveira et al. (2008), nas cultivares Barbara e Marcela, obteve rendimento de etanol de 8,46 m³/há e 3,56 m³/há respectivamente.

Jim et al. (2012) selecionaram variedades de batata-doce na China com rendimento de etanol de 4,17 t/ha.

Ziska et al. (2009) relataram sobre as fontes potenciais de carboidratos para produção de etanol nos EUA, ficando evidente neste estudo que a cultura da batata-doce é promissora para produção de etanol, alcançando em experimento 8,839 m³/há e a cana-de-açúcar 6,195 m³/ha.

Gonçalves Neto et al. (2011) avaliaram genótipos que foram considerados aptos para serem utilizados na produção de etanol com rendimentos de 7078,4 L ha⁻¹ a 15484,0 L ha⁻¹.

Silveira et al. (2008) através de melhoramento genético para obtenção de cultivares de batata-doce industrial na Universidade Federal do Tocantins, obteve cultivares com rendimento superior a 10 m³ ha⁻¹ de etanol combustível. Martins et al. (2012) com objetivo de avaliar a variabilidade fenotípica e a divergência genética entre 50 clones de batata doce em Palmas, selecionaram clones com rendimentos em etanol de 7,63 m³ ha⁻¹.

Portanto, o Remineralizador como fonte de potássio para cultura da batata-doce mostra-se promissor para a cultivar Duda, sendo a dose que envolve a associação das duas fontes de potássio (KCL + REM III) uma variável importante para estudos na obtenção de etanol nessa fonte de biomassa.

6 CONCLUSÕES

Conforme as avaliações feitas, é possível afirmar que o uso do Remineralizador de solo (biotita-xisto) nas cultivares de batata-doce estudada mostra efeitos positivos na obtenção de etanol.

A utilização do Remineralizador influencia de forma positiva a produtividade das cultivares avaliada.

O teor de matéria seca e amido aumentam quando se associam à fonte convencional (KCL) com o Remineralizador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1995). **Rochas e solos: terminologia**, NBR 6502/95. Rio de Janeiro. 18p.
- ANDRADE JÚNIOR, V.C.; VIANA, D.J.S.; FIGUEIREDO, J.A; MENDONÇA FILHO, C.V.; PARRELLA, R.A.C.; SANTOS, J.B. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM, Diamantina. **Horticultura brasileira**, Brasília, 2009.
- ARREDONDO, H.I.V. **Avaliação exergética e exergo-ambiental da produção de biocombustíveis**. 2009. Tese (Doutorado da Escola Politécnica) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.
- BARBOSA, A. H. D. **Rendimento de batata-doce com adubação orgânica**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB, 2005.
- BARCELOS, D. M.; GARCIA, A.; MACIEL JÚNIOR, V. A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um latossolo vermelho-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 21-27, jan./fev. 2007.
- BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**, 7ª Edição, Editora Ícone. São Paulo, SP. 2008, 355p.
- BORGES, T. A; SOUZA, F. N.S. Soil remineralizing use: The management agroecological Bean- Cowpea. **Agricultural Science Research Journal** Vol. 6(10): 247 – 252, October 2016.
- BREGAGNOLI, M.; BREGAGNOLI, F. C. R.; MINAMI, K.; GRATIERI, L. A.; MINCHILLO, M. Análise bromatológica de sete cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) cultivadas na safra de verão no Sul de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 387-387, 2003.
- CÂMARA, F. A. A. **Crescimento e desempenho agrônomo de batata-doce oriundas de ramas produzidas de forma convencional e in vitro**. 2009. 82f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.
- CAMILI, E. A. **Parâmetros operacionais do processo de produção de etanol a partir de polpa de mandioca**. Universidade Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Tese, 2010.

CAO, Y.; TIAN, H.; YAO, K.; YUAN, Y. Simultaneous saccharification and fermentation of sweet potato powder for the production of ethanol under conditions of very high gravity. **Frontiers of Chemical Science and Engineering**, v. 5, p. 318-324, 2011.

CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S.; MATSUMOTO, S. N.; AMARAL, C. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n4. P.911- 914, out-dez. 2005.

CASTRO LAS; EMYGDIO BM; ABRANTES VL; ROCHA NEM; 2008. **Acessos de batata-doce do banco ativo de germoplasma da Embrapa Clima Temperado, com potencial de produção de biocombustível**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 23 (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 258).

CASTRO, L. A. S.; EMYGDIO, B. M. **Batata-doce para produção de biocombustível**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

CEREDA, M.P.; FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, J.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; VILPOUX, D.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. Campinas, Fundação Cargill, 2001.

CEREDA, M.P.; WOSIACKI, G; CONCEIÇÃO, F.D.A. Características físico-químicas e reológicas de cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 5: 61-70. 1985.

CHESWORTH, W. (1980). **The haplosoil systems**. Am. J. Sci., 280:969-985.

CORONEOS, C.; HINSINGER, P.; GILKES, R. J. (1996). Granite powder as a source of potassium for plants: a glasshouse bioassay comparing two pasture species. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 45, n. 2, p. 143-152.

COSTA, N. H. de A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. **Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 3, p. 243-249, mar. 2002.

DUVERNAY, W.H.; CHINN, M. S.; YENCHO, G. C. **Hydrolysis and fermentation of sweet potatoes for production of fermentable sugars and ethanol**. Industrial Crops and Products, v. 42, p. 527-537, 2013.

FERNANDES, F.R.C.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. (2010). **Agrominerais para o Brasil**. 1ed. Rio de Janeiro, RJ: CETEM, v. 1. 380 p.

FIGUEIREDO, J. A. **Seleção de Clones de Batata-Doce com Potencial de Utilização na Alimentação Humana e Animal**. 2010 (Dissertação de mestrado). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV. 2003. 412 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV 2008.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo**. 2001. 252f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Solos e Meio Ambiente) – Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FYFE, W.S., KRONBERG, B.I., LEONARDOS, O.H. & OLORUFEMI, N. (1983) Global tectonics and agriculture: a geochemical perspective. **Agr Ecosyst Env** 9: p.383-399.

GILLMAN, G.P. (1980). The effect of crushed basalt scoria on the cation exchange properties of a highly weathered soil. **SoilSci. Soc. Am. J.** 44:465- 468.

GONSALVES NETO, A. C.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; GONÇALVES, R. J. S.; SILVA, V. F.; LASMAR, A. **Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.46, n.11, p.1513-1520, nov.2011.

GRANJEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Características de produção de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p. 450-454, 2006.

HARLEY, A.D.; GILKES, R.J. (2000). Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 56, n. 1, p. 11-36.

HINSINGER, P.; BOLLAND, M. D. A.; GILKES, R. J. (1996). Silicate rock powder: effect on selected chemical properties of a range of soils from Western Australia and on plant growth as assessed in a glasshouse experiment. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 45, n. 1, p. 69-79.

ILCHENKO, W & GUIMARÃES, D. (1953). **Sobre a utilização agrícola dos sienitos nefelínicos do Planalto de Poços de Caldas**. MG. Inst. Tecn. Avulso. 15. 16p.

JACKSON, W.A.; THOMAS, G.W. Effects of KCl and dolomitic limestone on growth and ion uptake of sweet potato. **Soil Science**, Baltimore, v.89, p.347-352, 1960.

JIN, Y.; FANG, Y.; ZHANG, G.; ZHOU, L.; ZHAO, H. **Comparison of ethanol production performance in 10 varieties of sweet potato at different growth stages**. Acta Oecologica 44 (2012) 33 e 37.

KELLER, W.D. (1948). **Native rocks and minerals as fertilizers**. Sci. Monthly 66:122-130.

KRONBERG, B. I.; LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S.; MATTOSO, S.Q.; SANTOS, A. M. (1976). Alguns dados geoquímicos sobre solos no Brasil. Uso Potencial do pó de pedra como fonte de nutrientes críticos em solos altamente lixiviados- com atenção à geoquímica de alguns solos da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., 1976, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Sociedade Brasileira de Geologia, 1976. p147-169

LEITE, R. C. C; LEAL, M. R.L.V; O Biocombustível no Brasil. **Novos Estudos** – CEBRAP 78, p.15-21, jul.2007.

LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S.; KROMBERG, B. I. (1987). The use of ground rocks in laterite systems: an improvement to the use of conventional soluble fertilizers? **Chemical Geology**, v.60, p.361-370.

LEONARDOS, O.H.; FYFE, W.S.; KROMBERG, B. (1976). Rochagem: método de aumento de fertilidades em solos lixiviados e arenosos. Congr. Bras. Geol. Ouro Preto. **Anais**. SBG. p. 137-145.

LEONARDOS, O.H.; THEODORO, S.H.; ASSAD, M.L. (2000). Remineralization for sustainable agriculture: A tropical perspective from a Brazilian viewpoint. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 56:3-9.

LUZ, A.B., LAPIDO-LOUREIRO, F.E., SAMPAIO, J.A., CASTILHOS, Z.C., BEZERRA, M.S. (2010). Rochas, minerais e rotas tecnológicas para produção de fertilizantes alternativos. In. **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. p. 61-89.

MACHADO, C. M. M.; ABREU, F. R. e. Álcool combustível a partir da batata. *Batata Show*, Itapetinga, v. 7, n. 18, p. 34-36, ago. 2007.

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

MARTINS, E.S., OLIVEIRA, C.G., RESENDE, A.V.; MATOS, M.S.F. (2008). Agrominerais – Rochas Silicáticas como Fontes Mineraias Alternativas de Potássio para 102 a Agricultura. In: Adão B. Luz e Fernando Lins (eds.), **Rochas e Mineraias Industriais** –Usos e Especificações, Rio de Janeiro: CETEM, p. 205-221.

MARTINS, E.S.; RESENDE, A.V.; OLIVEIRA, C.G.; FURTINI NETO, A.E. (2010). Materiais Silicáticos como Fontes Regionais de Nutrientes e Condicionadores de Solos. In: F. R. C. Fernandes; A. B. da Luz; Z. C. Castilhos. (Org.). **Agrominerais para o Brasil**. 1ed. Rio de Janeiro, RJ: CETEM, v. 1, p. 89-104.

MARTINS, E. C. A.; PELUZIO, J. M.; COIMBRA, R. R.; OLIVEIRA JUNIOR, W. P. Variabilidade fenotípica e divergência genética em clones de batata doce no estado do Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 4, p. 691-697, out-dez, 2012 Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2012.

MASSAROTO, J. A.; **Características agrônômicas e produção de silagem de clones de batata-doce**. Tese (Doutorado). Lavras, 2008. 85p.

MELAMED, R.; GASPAR, J.; MIEKELEY, N. (2007). **Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais**. Rio de Janeiro: CETEM. 24 p. (Série Estudos e Documentos. Versão Provisória, SED-72).

MICHEL, J., HENRY JR., C.B. & THUMM, S. 2002. Shoreline assessment and environmental impacts from the M/T Westchester oil spill in the Mississippi River. *Spill Science & Technology Bulletin* 7(3/4): 155-161.

MIRANDA, J.E.C. de; FRANCA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; AGUILAR, J.A.E. **Cultivo de batata-doce** (*Ipomea batatas* (L.) Lam). Brasília, DF, EMBRAPA-CNPq, 1987. p. 7. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas, 7).

MONTEIRO FA; DECHEN AR; CARMELO QCA. 1997. **Nutrição mineral e qualidade de produtos agrícolas**. In: ABEAS. Curso de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: ABEASESALQ 11, 27p.

NASCIMENTO, M. & LOUREIRO, F.E.L. (2004). **Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. Série Estudos e Documentos, 61. 66p.

POTAFOS. **Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna**. Piracicaba: POTAFOS, 1990. p.45.

PRADO, R. M. de. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 407p. 2008.

REIS JÚNIOR, R. dos A. **Produção, qualidade de tubérculos e teores de potássio no solo e no pecíolo de batateira em resposta à adubação potássica**. 1995. 108 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

REIS JÚNIOR, R.A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**. Brasília. V.19, n.9, p.227-231, Nov.2001.

SANTANA, W. R.; SILVEIRA, M. A.; SOUZA, F. R.; GOUVÊA, G. R. S. R.; FRANÇA, R. G.; NASCIMENTO, I. R.; MOMENTÉ, V. G.; SANTOS, W.F. Avaliação do teor de amido em genótipos de batata-doce destinados a indústria de etanol em Palmas-TO. **Horticultura Brasileira**31: S2063 –S2070. 2014.

SANTOS, J. F.; SILVA, E. D.; BESERRA, A. C. Produção agroecológica de batata em relação à dose de pó de rocha. Joao Pessoa: Tecnol. & Ciênc. Agropecuária, mar. 2014, v. 8, p.29-35.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da Batata-doce. In: Marney Pascoli Cereda. (Org.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, v. 4, p. 448-504.

SILVEIRA MA. 2008. Batata-doce: uma nova alternativa para a produção de etanol. In: INSTITUTO EUVALDO LODI. **Álcool combustível**. Brasília: Núcleo Central. 1: 109-122.

SILVEIRA, M. A. et al. A cultura da batata-doce como fonte de matéria-prima para o etanol. **Boletim Técnico UFT**. Palmas - TO. 2014.

SILVEIRA, M. A.; DIAS, L. E.; ALVIM, T. C.; TAVARES, I. B.; SANTANA, W. R.; SOUZA, F.R. A cultura da batata-doce como fonte de matéria-prima para o etanol. **Boletim Técnico UFT**. Palmas - TO, 2008. 64 p.

SOARES, K.T.; MELO, A.S. de; MATIAS, E.C. **A cultura da batata-doce** (*Ipomea batatas* (L.) Lam). Joao Pessoa: EMEPA-PB, 2002. p. 26. il. (EMEPA-PB. Documentos, 41).

SOUZA, F.N.S. **O potencial de Agrominerais silicáticos como fonte de nutrientes na agricultura tropical**. 2014. 94 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, F.N.S.; SANTANA, A.P. de; ALVES, J.M.; SILVA, M. H. M e. Efeitos de um remineralizador de solos (biotita-xisto) na produção de duas variedades de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 12, nº 1, p. 45-59, 2016

SRICHUWONG, S.; ORIKASA, T.; MATSUKI, J.; SHIINA, T.; KOBAYASHI, T.; TOKUYASU, K. Sweet potato having a low temperature-gelatinizing starch as a promising feedstock for bioethanol production. **Biomass and Bioenergy**, v. 39, p. 120 e 127, 2012.

TAVARES, I. B. **Desenvolvimento de cultivares de batata-doce e técnicas de bioprocessos visando à implantação de mini-usinas de álcool combustível como alternativa para pequenas e médias propriedades na Região Norte**. 2006. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Campus de Palmas, UFT, Palmas, 2006.

VAN STRAATEN, P. (2002). **Rocks for crops: Agrominerals of Sub-Saharan Africa**. ICRAF, Nairobi, Kenya, 338p.

WANG, H. The breeding of Sweet Potato for human consumption. In: VILLAREAL, R.L.; GRIGS, T.D. **Sweet potato: Proceedings of the first international Symposium**. Shanhua: Taiwan, 1982. p.297-311.

ZISKA, L. H.; RUNION, G. B.; TOMECEK, M.; PRIOR, S. A.; TORBET, H. A.; An evaluation of cassava, sweet potato and field corn as potential carbohydrate sources for bioethanol production in Alabama and Maryland - **Biomass and Bioenergy** 33 (2009) 1503 – 1508 USA, 2009.