

**FONTES ALTERNATIVAS DE POTÁSSIO NO CULTIVO DO
ABACAXIZEIRO 'BRS IMPERIAL' NA PERSPECTIVA DA PRODUÇÃO
ORGÂNICA**

DETONY JOSÉ CALENZANI PETRI

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO - 2023**

**FONTES ALTERNATIVAS DE POTÁSSIO NO CULTIVO DO
ABACAXIZEIRO 'BRS IMPERIAL' NA PERSPECTIVA DA PRODUÇÃO
ORGÂNICA**

DETONY JOSE CALENZANI PETRI

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal”

Orientadora: Prof.^a Marta Simone Mendonça Freitas

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO - 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

P495 Petri, Detony Jose Calenzani.

Fontes alternativas de potássio no cultivo do abacaxizeiro 'BRS Imperial' na perspectiva da produção orgânica / Detony Jose Calenzani Petri. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2023.

113 f. : il.

Inclui bibliografia.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2023.

Orientadora: Marta Simone Mendonça Freitas.

1. *Ananas comosus*. 2. Abacaxi. 3. Nutrição mineral. 4. Adubação potássica . 5. Cultivo orgânico. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

FONTES ALTERNATIVAS DE POTÁSSIO NO CULTIVO DO
ABACAXIZEIRO 'BRS IMPERIAL' NA PERSPECTIVA DA PRODUÇÃO
ORGÂNICA

DETONY JOSE CALENZANI PETRI

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal”

Aprovada em 10 de março de 2023

Comissão examinadora:

Prof. Alexandre Pio Viana (D.Sc. Produção Vegetal) - UENF

Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc. Fruticultura) - UENF

Dr.

Luiz Carlos Santos Caetano (D.Sc. Fruticultura) - INCAPE

Prof^a. Marta Simone Mendonça Freitas (D.Sc. Nutrição de Plantas) - UENF

Orientadora

Ao meu pai, Durval Petri (*in memoriam*) meu amigo, primeiro professor e que me ensinou a insistir, persistir na busca da vitória: “Pensamento positivo, que vai dar certo”!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus: Pai, Filho e Espírito Santo!

Aos meus pais, minha mãe Paulina Maria Calenzani Petri, meu pai Durval Petri (*in memoriam*) por terem me criado com amor a Deus, a família, com respeito ao próximo, com senso de justiça e com dignidade;

A minha esposa Lady Ane Campos dos Santos Petri e minha filha Maria Luiza Campos dos Santos Calenzani Petri, meus portos seguros nos momentos de turbulências na caminhada;

À UENF, pela oportunidade de crescimento acadêmico, profissional, na confiança depositada pelos professores do Laboratório de Fitotecnia, do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Obrigado!

A minha orientadora prof.^a Marta Simone Mendonça Freitas pelos ensinamentos, pela confiança e paciência;

À FAPERJ pelo apoio financeiro nos trabalhos de campo;

Ao M.Sc. Heraldo Pessanha proprietário da Fazenda Taquarussu pela contribuição teórica e prática em sua propriedade;

Ao sr. José Acácio da Silva a todos os colegas de trabalho do Laboratório de Fitotecnia;

A todos os colegas de bancada do Setor Nutrição Mineral de Plantas que não mediram esforços nos trabalhos laboratoriais e na condução dos experimentos. Obrigado pela amizade e parceria!

A todos os graduandos e pós-graduandos do LFIT e demais laboratórios que estiveram presentes nas análises e condução dos experimentos;

À Escola Municipal Tia Marlene Petri, em Alto Pongal, Anchieta - Espírito Santo (ES) pela formação do Ensino Básico e Fundamental. Agradeço a todos os professores e professoras!

Ao Colégio Maria Mattos em Anchieta - (ES), pelo primeiro ano do Ensino Médio no Curso Técnico em Contabilidade;

À Escola Família Agrícola de Olivânia - EFA-O, Movimento de Educação Promocional do Espírito Santo pela formação Técnica em Agropecuária e humana;

Ao Instituto Federal de Educação do Espírito Santo, Campus de Santa Teresa (Barracão), pela formação Pós-Técnica em Olericultura e Jardinagem.

Obrigado a todos!

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 Importância da cultura do abacaxizeiro no Brasil	5
3.2 Cultivares de abacaxizeiro	5
3.3 Crescimento, desenvolvimento e tratos culturais do abacaxizeiro	7
3.4 Potássio na cultura do abacaxizeiro	8
3.5 Conversão do sistema de produção convencional para o sistema orgânico..	10
3.6 Fontes naturais de K e potenciais fontes para agricultura orgânica	12
3.7 Potenciais fontes de K para frutíferas tropicais	16
TRABALHOS	23
ARTIGO 1. PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DOS FRUTOS DO ABACAXIZEIRO 'BRS IMPERIAL' FERTILIZADO COM FONTES ALTERNATIVAS DE POTÁSSIO	23
ARTIGO 2. TEOR DE NUTRIENTE FOLIAR, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DO ABACAXIZEIRO 'BRS IMPERIAL' EM RESPOSTA A FONTES ALTERNATIVAS DE POTÁSSIO.	47
RESUMO.....	47
4. RESUMO E CONCLUSÕES	67
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
APÊNDICE	88

RESUMO

PETRI, Detony José Calezani; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; março de 2023; Fontes Alternativas de Potássio no Cultivo do Abacaxizeiro 'BRS Imperial' na Perspectiva da Produção Orgânica; Orientadora: D.Sc. Marta Simone Mendonça Freitas.

O abacaxizeiro é cultivado em todos os continentes e no Brasil, que é um dos maiores produtores é a terceira fruta mais produzida. O estado do Rio de Janeiro é um dos principais centros de produção, com destaque a região Norte Fluminense. Em função das doenças que acometem o abacaxizeiro, em seu cultivo utiliza-se grande quantidade de defensivos. A cultivar 'BRS Imperial', tem resistência à fusariose, contudo, precisa ser avaliada no manejo da nutrição das plantas para maior sustentabilidade na produção. O potássio (K) é o nutriente crucial para o transporte de fotoassimilados no floema, influenciando diretamente nas características que conferem qualidade ao fruto. Uma alternativa aos fertilizantes minerais solúveis como o cloreto de potássio (KCl) seria a aplicação de resíduos agroindustriais. Foram instalados dois experimentos em condições de campo, no município de São Francisco do Itabapoana. Nos dois experimentos adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, sete fontes alternativas de K, correspondentes aos tratamentos: 1: Controle (sem adubação potássica adicional); 2: Cloreto de potássio (KCl) na dose de 500 kg ha⁻¹; 3: Ekosil Plus ® (Yoorin) na dose de 3000 L ha⁻¹; 4: Hum-I-Solve ® (Agrobiológica) (pó concentrado) na dose de 0,5 kg ha⁻¹; 5: Sulfato de Potássio (K₂SO₄) na dose de 600 kg ha⁻¹; 6: Cinza de Bagaço de cana-de-açúcar na dose de 25 ton. ha⁻¹; 7: Vinhaça na dose de 2000 L ha⁻¹. No primeiro experimento avaliou-se a produtividade e a qualidade dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial' cultivados com fontes alternativas de K. As mudas foram introduzidas com porte inicial de 25 cm de altura. Avaliaram-se os teores de K na folha, produtividade das plantas, comprimento do fruto (cm), diâmetro do fruto (cm) e qualidade dos frutos: massa do fruto inteiro com coroa e sem coroa, rendimento do suco, Brix (sólidos solúveis-SS), acidez Titulável (AT) e vitamina C. O fertilizante KCl foi a fonte que proporcionou maior produtividade com 35,86 t ha⁻¹ de frutos. O fertilizante Ekosil Plus ® proporcionou maior rendimento com 40,3% de suco. No segundo experimento avaliaram-se os teores de nutrientes foliares, características de

produção e características físico-químicas dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial' em resposta à fertilização com fontes alternativas de K. Utilizaram-se mudas com porte inicial de 15 cm de altura. Foram avaliadas as características biométricas das folhas das plantas: largura, altura e área foliar, os teores foliares de: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Cu, Mn, Ni e a qualidade dos frutos: massa do fruto inteiro com coroa e sem coroa, produtividade e comprimento do fruto (cm), diâmetro do fruto (cm), massa do fruto inteiro, rendimento do suco, Brix (sólidos solúveis-SS), acidez Titulável (AT) e vitamina C. As fontes K_2SO_4 e Vinhaça mostraram-se mais efetivas em relação à fonte KCl nas características físico-químicas dos frutos, na relação de Sólidos solúveis e Acidez Total Titulável do suco dos frutos, sendo 44 e 43% superior, respectivamente.

ABSTRACT

PETRI, Detony José Calenzani; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; March 2023; Alternative Potassium Sources in the 'BRS Imperial' Pineapple Cultivation from the Perspective of Organic Production; Advisor: D.Sc. Marta Simone Mendonça Freitas.

Pineapple is cultivated on all continents and in Brazil, which is one of the largest producers, it is the third most produced fruit. The state of Rio de Janeiro is one of the main production centers, especially in the Norte Fluminense region. Due to the diseases that affect the pineapple, a large amount of pesticides is used in its cultivation. The cultivar 'BRS Imperial' is resistant to fusariosis, however, it needs to be evaluated in the management of plant nutrition for greater sustainability in production. Potassium (K) is the crucial nutrient for the transport of photoassimilates in the phloem, directly influencing the characteristics that confer quality to the fruit. An alternative to soluble mineral fertilizers such as potassium chloride (KCL) would be the application of agro-industrial residues. Two experiments were installed under field conditions, in the municipality of São Francisco do Itabapoana. In both experiments, the experimental design was randomized blocks with four replications, seven alternative sources of K, corresponding to the treatments: 1: Control (without additional potassium fertilization); 2: Potassium chloride (KCl) at a dose of 500 kg ha⁻¹; 3: Ekosil Plus ® (Yoorin) at a dose of 3000 L ha⁻¹; 4: Hum-I-Solve ® (Agrobiológica) (concentrated powder) at a dose of 0.5 kg ha⁻¹; 5: Potassium sulfate (K₂SO₄) at a dose of 600 kg ha⁻¹; 6: Sugarcane Bagasse Ash in a dose of 25 ton. ha⁻¹; 7: Vinasse at a dose of 2000 L ha⁻¹. In the first experiment, the productivity and quality of 'BRS Imperial' pineapple fruits cultivated with alternative sources of K. The seedlings were introduced with an initial height of 25 cm. Leaf K content, plant productivity, fruit length (cm), fruit diameter (cm) and fruit quality were evaluated: whole fruit mass with crown and without crown, juice yield, Brix (soluble solids - SS), Titratable acidity (TA) and vitamin C. The KCL fertilizer was the source that provided the highest productivity with 35.86 t ha⁻¹ of fruits. The Ekosil Plus ® fertilizer provided the highest yield with 40.3% juice. In the second experiment, the content of foliar nutrients, production characteristics and physicochemical characteristics of 'BRS Imperial' pineapple fruits in response to fertilization with alternative sources of K were used. The biometric characteristics of the leaves of the

plants were evaluated: width, height and leaf area, the leaf contents of: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Cu, Mn, Ni and the quality of the fruits: whole fruit mass with crown and without crown, fruit productivity and length (cm), fruit diameter (cm), whole fruit mass, juice yield, Brix (soluble solids-SS), titratable acidity (TA) and vitamin C. The K_2SO_4 and Vinasse sources were more effective in relation to the KCl source in the physical-chemical characteristics of the fruits, in the ratio of Soluble Solids and Total Titratable Acidity of the fruit juice, being 44 and 43% higher, respectively.

1. INTRODUÇÃO

Para acompanhar a crescente população mundial que é estimada em nove bilhões de pessoas até o ano de 2050, será necessário um acréscimo de aproximadamente 70% na oferta de alimentos para suprir a demanda cada vez mais crescente (FAO, 2015) e exigente. Em 2016, a área total de produção orgânica no Brasil chegou a quase 750 mil hectares, em 15.700 unidades de produção, garantindo incremento de 30% ao preço dos produtos comercializados em sua maioria para agricultura familiar (MAPA, 2020).

O Brasil possui a agricultura tropical mais avançada do mundo e é o segundo maior produtor de abacaxi do mundo (FAO, 2020). O estado do Rio de Janeiro planta anualmente 150 milhões de mudas de abacaxi no sistema convencional e contribui com 4.559 hectares de área colhida de abacaxi (IBGE, 2020). O sistema produtivo do abacaxizeiro é caracterizado pelo uso intenso de defensivos e adubação mineral, contrapondo a demanda de produtos com ausência de resíduos de defensivos. Muitas vezes justificado pelo controle da fusariose (*Fusarium guttiforme*), o uso intenso de defensivos é um grave problema fitossanitário que compromete o desenvolvimento do cultivo orgânico do abacaxizeiro. Nessa linha, programas de melhoramento genético do abacaxizeiro têm desenvolvido novas cultivares resistente ao *F. guttiforme* como o 'BRS Imperial' (Cabral e Matos, 2009). As cultivares de abacaxizeiros resistentes à fusariose são uma importante oportunidade para o desenvolvimento de um sistema de cultivo orgânico para a produção de abacaxi.

Entretanto, o desempenho agrônômico destas novas cultivares nas principais regiões produtoras e a aceitação do mercado pelos frutos produzidos ainda são insuficientes em função das necessidades de mais estudos a campo com estas cultivares. De forma semelhante, informações sobre a nutrição do abacaxizeiro, notadamente para cultivo orgânico, são incipientes e muitas das vezes são utilizadas recomendações de forma empírica, generalista e com pouca experimentação. A identificação de fontes orgânicas para nutrição das plantas é uma parte importante deste sistema de produção. E ainda, o abacaxizeiro possui boa resistência hídrica (Reinhardt et al., 2018), o que leva equivocadamente boa parte dos produtores brasileiros a ignorar práticas de cultivo importantes para obter produtividades mais elevadas.

Neste contexto, para o aumento da produtividade, torna-se imprescindível o emprego da adubação mineral, em especial o potássio (K), pois é um dos nutrientes mais exigidos pela cultura do abacaxizeiro (Ramos et al., 2011). O K está diretamente ligado à qualidade da infrutescência, com melhores valores médios de sólidos solúveis, melhor acidez e por consequência melhor qualidade sensorial (Spironello et al., 2004; Guarçoni et al., 2011). O K influencia no rendimento do suco, na cor da polpa, conteúdo de vitamina C, diâmetro, firmeza da casca e pode aumentar o período de vida no pós-colheita (Ramos et al., 2010; Caetano et al., 2013; Rios et al., 2018; Cunha et al., 2019; Cunha et al., 2021). O suprimento de K mantém a pressão ideal de turgor celular, o que facilita o crescimento da planta (Yang et al., 2016). Plantas com teores ideais de K são vigorosas frente a pressões ambientais como a seca e a salinidade (Zorb et al., 2014). Em muitos casos, as plantas deficientes em K tendem a ser mais susceptíveis ao ataque de pragas (Sarwar, 2012) e doenças (Wang et al., 1994). Para o aprimoramento do manejo da nutrição das plantas em sistema orgânico é fundamental a utilização de fontes com alta disponibilidade de nutrientes e de fácil aquisição.

Na agricultura convencional, as principais fontes inorgânicas de K são: o cloreto de potássio (KCl), sulfato de potássio (K_2SO_4), sulfato duplo de potássio e magnésio ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$) e o nitrato de potássio (KNO_3); sendo os dois primeiros os mais utilizados devido ao maior teor de K_2O , maior solubilidade e menores preços de mercado. Uma alternativa seria a aplicação de resíduos agroindustriais regionais que podem constituir uma alternativa para mitigação dos impactos ambientais gerados pela cadeia sucroalcooleira em consonância com cinco dos 17 objetivos globais para o Desenvolvimento Sustentável estabelecido pela Assembleia Geral das Nações Unidas, e assim, garantir uma fonte potássica para abacaxicultura orgânica. Um desses resíduos é a Vinhaça rica em K, contendo de 0,64 a 7,62 kg de K_2O por m^3 de calda e a torta de filtro (cinza) que oferece de 0,086 a 0,245 kg de K_2O por kg de cinza, com potencial de serem utilizadas como fertilizantes (Vitti, 2006; Pereira et al., 2016).

Portanto, é imprescindível o oferecimento de novos fertilizantes à abacaxicultura, aliado ao aperfeiçoamento de práticas de cultivo do 'BRS Imperial' para o sistema orgânico de produção. Nesse sentido, busca-se o aumento da produtividade e da qualidade dos frutos colhidos, com o oferecimento de frutos com qualidade nutricional e livre de resíduos de defensivos. A aposta na introdução de cultivares resistentes às principais doenças do abacaxizeiro, na região Norte

Fluminense em conjunto com novos sistemas de cultivo, adequando-se o manejo da nutrição destas plantas, mostra-se promissora. Sendo assim, novos trabalhos com diferentes doses, frequência no emprego de fontes de fertilizantes acessíveis aos produtores pode ser o caminho para produção de frutos com maior qualidade nutricional, isentos de resíduos de defensivos, e com sustentabilidade na produção.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as plantas de 'BRS Imperial' fertilizadas com diferentes fontes de K cultivadas em condições de campo, no sistema de conversão de manejo convencional para o orgânico. Nas condições de cultivo a campo foi possível avaliar também a influência das fontes de K no crescimento vegetativo, nos teores nutricionais, na produção e na qualidade dos frutos do abacaxizeiro 'BRS Imperial'.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância da cultura do abacaxizeiro no Brasil

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) é largamente produzido nos trópicos por encontrar condições favoráveis ao desenvolvimento (Crestani et al., 2010). A cultura do abacaxizeiro, no ano de 2018, atingiu uma produção mundial de aproximadamente 28 milhões de toneladas, em uma área colhida de cerca de um milhão de hectares. Os dados mais recentes, referentes à safra de 2018 mostram o Brasil na segunda posição mundial em produção de abacaxi, com 2,65 milhões de toneladas, em 71 mil hectares e produtividade média em torno de 24 mil frutos ha⁻¹. O Brasil é superado apenas pela Costa Rica que produz 3,41 milhões de toneladas em 45.000 mil hectares de área cultivada (FAO, 2022).

O abacaxizeiro é produzido em todas as regiões brasileiras, e assume grande importância econômica, abastecendo toda a demanda interna, pois o país praticamente não exporta abacaxi *in natura* ou processado. A cultura é a sexta frutífera em área colhida, cultivada nas regiões nordeste, norte e sudeste. Entre os principais estados produtores estão: Pará, Paraíba, Minas Gerais e Rio de Janeiro (IBGE, 2022). Nesse cenário, o estado do Rio de Janeiro em 2022 segundo dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE (LSPA, 2022), ocupou a quarta posição nacional com produção de 142.258 mil ton. de abacaxi em uma área de 4.557 mil ha, com produtividade de 25,25 mil frutos/ha superior aos 24,30 mil frutos/ha.

3.2 Cultivares de abacaxizeiro

As cultivares de abacaxizeiro mais produzidas no mundo são as dos grupos Cayenne, Spanish, Queen, Pernambuco e Pérola. As cultivares são diferenciadas de acordo com características como: número de filhotes, número de rebentões, comprimento das folhas, presença de espinhos, comprimento do pedúnculo, peso médio do fruto, forma e tamanho dos frutinhos, coloração da polpa, teor de açúcar e acidez (Py et al., 1984).

Atualmente o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil reconhece 15 cultivares de abacaxizeiro, dentre as quais, 13 são destinadas para a produção de frutos e duas com potencial ornamental. Contudo, a cadeia produtiva do abacaxizeiro possui entraves gerados pela escassez de informações das novas cultivares de abacaxizeiro nas regiões produtoras, e, devido à falta de estudos envolvendo aspectos produtivos da cultura e ainda a falta de informação e resistência ao emprego por parte dos produtores das cultivares resistentes às doenças. Adicionalmente, a produção de abacaxi no Brasil provém somente das cultivares Pérola e a Smooth Cayenne, ambas suscetíveis à fusariose (*Fusarium guttiforme*), principal doença que acomete a cultura (Rios et al., 2018).

Impulsionada pela suscetibilidade à fusariose das cultivares de abacaxizeiro cultivado no Brasil, a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical vem estabelecendo seleções de materiais e cruzamentos desde a década de 80 e lançou, em 2003, o híbrido PE x SC-56, resultante do cruzamento de 'Perolera' com 'Smooth Cayenne'. O PE x SC-56 ('Imperial') é resistente à fusariose, produz frutos de boa qualidade e é recomendado para regiões com aptidão à abacaxicultura, especialmente onde a fusariose inviabiliza o cultivo. As características físicas da planta do abacaxizeiro 'BRS Imperial', segundo Cabral e Matos (2009) são: altura de 49,1 cm, comprimento da folha D até 68 cm, comprimento do pedúnculo de 20,8 cm, folhas lisas, verdes escuras e sem espinhos, frutos sem coroa com peso de 1,7 kg, cor da polpa amarela, resistente à podridão interna da infrutescência e resistente à fusariose.

A cultivar "Smooth Cayenne", pertence ao grupo Cayenne, o mais plantado no mundo. É uma planta de crescimento semiereto, com folhas de até 1,0 m de comprimento e com apenas dois a três pares de espinhos na extremidade, pedúnculo curto com 15 cm e poucos filhotes de 3 a 5. Características estas que facilitam o manuseio das plantas e as intervenções para os tratamentos culturais como o manejo das plantas daninhas.

O abacaxizeiro Pérola ou Pernambuco, "Grupo Pernambuco", cultivada quase que exclusivamente no Brasil, é de porte médio, crescimento ereto, as folhas alcançam em média 65 cm de comprimento e com espinhos nas bordas, pedúnculo longo em média de 30 cm, grande número de filhotes (10-15). Apesar de suas boas características do fruto e de polpa, essa cultivar não apresenta características adequadas para a industrialização e exportação *in natura* (Cunha e Cabral, 1999), devido ao seu formato e seu tamanho. Outro problema é o grande número de espinhos

nas bordas, que dificulta o manuseio das plantas, e torna-se um entrave para circulação em meio à lavoura para realização de tratos culturais. O abacaxizeiro Pérola é altamente suscetível à fusariose.

Possuindo boas características agronômicas a produção de abacaxi e com resistência à fusariose, foi lançada em 2006, pelo Instituto de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural do Espírito Santo a cultivar (cv.) pinhos nas folhas e, também, nem na coroa da infrutescência. As infrutescências são de forma cilíndrica, com potencial de se alcançar a massa de 1,550 g, muito embora em nível de campo normalmente se atinja a massa média de 900 g, tamanho ideal para consumo *in natura*. Contudo, o tamanho do fruto pode ser superior a 1500 g em função do nível tecnológico empregado no cultivo. A coroa do fruto da cv. Vitória pesa em torno de 130 g, diâmetro médio de 12 cm e diâmetro do eixo central de 1,2 cm. A polpa é de coloração branca, com teor de Sólidos solúveis de 15,8°Brix, AT de 0,8% de ácido cítrico e teor de vitamina C de 11,12 mg e de ácido ascórbico/100 (Ventura et al., 2009).

3.3 Crescimento, desenvolvimento e tratos culturais do abacaxizeiro

O abacaxizeiro é uma planta herbácea, perene, pertencente à família Bromeliaceae, com caule (talo) curto e grosso, onde estão inseridas folhas estreitas, espiral em torno do eixo central (caule), compridas e resistentes, quase sempre margeadas por espinhos e dispostas em rosetas (Cunha e Cabral, 1999; Reinhardt et al., 2000). O florescimento natural ocorre no inverno, por ser planta de dias curtos com a diminuição do fotoperíodo e ou redução da temperatura, a gema apical é induzida a produzir uma inflorescência ao invés de emitir folhas (Ricce et al., 2014). A duração do ciclo natural pode variar de 12 a 36 meses, pois, além de condições climáticas, dependerá da época de plantio, do tipo e do peso, porte das mudas utilizadas, e das práticas culturais adotadas (Nascente et al., 2005).

Consideram-se três estádios de desenvolvimento do abacaxizeiro, perfazendo um ciclo completo de produção de treze a dezoito meses na região tropical brasileira. O estágio um, chamado de fase vegetativa, dura de oito a doze meses, inicia-se no plantio e termina na indução floral, que pode acontecer de forma natural ou artificial por interferência direta do produtor. O estágio dois do ciclo, chamado de fase reprodutiva ou de formação do fruto, dura de cinco a seis meses. O estágio três

do abacaxizeiro, chamado de fase propagativa de formação de mudas (filhotes e rebentões), pode oscilar de 4 a 10 meses para mudas tipo filhote, cuja formação se inicia no período pré-floração. Já no caso de 2 a 6 meses para mudas do tipo rebentão, sendo que essas mudas dão origem ao segundo ciclo da planta, chamado de soca que também passa por três fases. A primeira é mais curta, 6 a 7 meses, em relação ao primeiro ciclo, determinando um segundo ciclo com duração total de apenas 11 a 13 meses que é o usual pelos produtores brasileiros (Reinhardt et al., 2000).

As plantas daninhas podem proporcionar uma grande restrição ao cultivo agrícola, e onerar a produção se não for feito o manejo adequado. As plantas daninhas se proliferam em maior intensidade no estágio inicial de desenvolvimento da cultura, dos seis a oito meses (Araújo, 2014). Portanto, esse é considerado o período crítico para controle das plantas daninhas, pois o abacaxizeiro não está vigoroso e sofrerá forte competição por luz, água, nutrientes, limitando a produtividade, a qualidade e o rendimento ao produtor.

Dentre os tipos de controle das plantas daninhas, os mais empregados são: a capina manual com enxada, capina mecânica, cobertura morta, uso de plástico nas linhas e entrelinhas de plantio, herbicidas ou a associação desses métodos. O sucesso no manejo das plantas daninhas deverá alicerçar-se em medidas práticas, de modo que seja eficaz segura e economicamente sustentável. Nesse sentido, pode variar de acordo com o sistema de cultivo, nível tecnológico e oferta de mão de obra.

3.4 Potássio na cultura do abacaxizeiro

Entre os 14 elementos minerais exigidos pelas plantas, o K participa de funções como ativação enzimática, transporte dos aminoácidos e açúcares para órgãos de armazenamento, sendo por isso considerado na nutrição mineral de plantas: “O elemento da qualidade” nos produtos colhidos (Epstein e Bloom, 2006); Prajapati e Modi, 2012).

Na cultura do abacaxizeiro em geral os elementos essenciais que são extraídos durante o ciclo da cultura desde o crescimento inicial, passando pela formação da infrutescência até ao ponto de colheita em ordem decrescente são: potássio (K), nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), fósforo (P), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zi), cobre (Cu), boro (B) e molibdênio (Mo) (Py et al., 1987; Hiroce et al., 1997; Pegoraro et al., 2014). A quantidade de nutrientes exportada

pelos frutos de abacaxizeiro em média é de 870 kg de K, 340 kg de N, 210 kg de Ca, 95 kg de Mg, 44 kg de P, 27 kg de S, 5,1 kg de Fe, 2,45kg de Mg, 0,4kg de Zn, 0,39kg de Cu, 0,31kg de B, 0,038 kg de Cl e 5,2 g de Mo por hectare (Hiroce et al., 1997).

O K é um dos nutrientes mais exigidos pelas plantas devido a sua participação em processos bioquímicos como o metabolismo dos carboidratos (Römheld et al., 2010), germinação de sementes, manutenção do equilíbrio aniônico-catiônico celular, regulação osmótica e na estabilidade do pH no citoplasma, além de atuar no equilíbrio do turgor celular e no balanço nutricional que pode promover resistência ao estresse biótico de plantas (Cakmak, 2005; Anschutz et al., 2014). Nesse sentido, devido a sua participação em vários processos celulares, o K é o cátion em maior quantidade nas células vegetais e o segundo nutriente mais abundante nas folhas após o nitrogênio (N), sendo então mais abundante que o fósforo (P) (Zheng e Shangguan, 2007; Sardans e Peñuelas, 2015).

O K é o elemento diretamente ligado à qualidade do fruto sendo considerado o nutriente mais absorvido pela planta de abacaxizeiro, sendo mais exigido pela planta no estágio de frutificação, importante para a qualidade da infrutescência, com melhores valores médios de sólidos solúveis, melhor acidez e por consequência melhor qualidade sensorial (Spironello et al., 2004; Guarçoni et al., 2011).

Alguns estudos demonstraram que a qualidade dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial' tem relação direta com o aumento no oferecimento de K, como o trabalho de Rios et al. (2018a). Esses autores observaram que a dose de K_2O estimada em 410 kg ha⁻¹ proporcionou acréscimos na massa da infrutescência, no comprimento e diâmetro da infrutescência e no teor de sólidos solúveis, colhendo-se infrutescências com os tamanhos médios de 632,34 g; 9,0 cm, 84,80 mm e 16,42%; respectivamente (Rios et al., 2018b).

Contudo, Oliveira et al. (2015) estudando o efeito de doses de N e K nas características químicas do solo, nos teores foliares de nutrientes e nas variáveis de produção de um cultivo do 'BRS Imperial' concluíram que a adubação com K influenciou apenas na relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto. De acordo com Ramos et al. (2009) os sintomas visuais de deficiência de K em plantas de abacaxizeiro 'BRS Imperial' foram observados aos sete meses após o plantio, quando a concentração foliar de K era de 11,6 g kg⁻¹ e foram descritas como necrose do ápice das folhas mais velhas e escurecimento da polpa do fruto.

3.5 Conversão do sistema de produção convencional para o sistema orgânico

Em todo sistema agrícola de produção são encontrados entraves que limitam o cultivo. Deste modo, na cultura do abacaxizeiro, há dificuldades ainda mais acentuadas devido às características botânicas da planta. A morfologia das plantas com seus espinhos, as extremidades das folhas, a dificuldade quanto a longevidade do seu ciclo cultural e a baixa disponibilidade de mudas em tempo de se renovar a lavoura. No cultivo do abacaxizeiro convencional, o que mais dificulta a rentabilidade é: a mão de obra nos tratamentos culturais, como na indução da inflorescência, no controle de pragas e de doenças. Mesmo existindo no mercado defensivos indicados para o controle das doenças do abacaxizeiro, o seu uso muitas vezes é indiscriminado e sem o acompanhamento de um profissional.

De acordo com o relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - PARA da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2016), cerca de 5% das amostras de abacaxi avaliadas apresentavam resíduos de defensivos, classificadas como risco agudo, principalmente com resíduos dos fungicidas Carbendazim e Trifloxistrobina irregularmente utilizados (ANVISA, 2016). Por fim, até 34% das amostras apresentaram resíduos em concentrações acima do limite máximo de resíduos permitidos pela ANVISA. Os defensivos detectados neste caso foram carbendazim, deltametrina, imidacloprido e tebuconazol (ANVISA, 2016). Diante da temática e da demanda por produtos frescos e ou de origem vegetal livres de resíduos químicos surge a necessidade de adequação no setor produtivo agrícola aos sistemas de produção de base agroecológica e ou orgânico.

A principal mudança conceitual em direção a um sistema de produção de base agroecológica é a busca pela recuperação e/ou manutenção dos recursos naturais existentes. Nesse sentido, com medidas de recuperação e/ou conexão de fragmentos vegetais, busca-se as condições necessárias juntamente com o aumento da diversidade da fauna e da flora para o cultivo em solos férteis essenciais para o desenvolvimento das plantas. A busca pelo equilíbrio do ecossistema local, pré-requisito básico do sistema orgânico de produção, passa pelo aproveitamento de insumos locais que podem ser utilizados na nutrição mineral e no convívio com pragas e doenças das culturas de interesse econômico (Brasil, 2003).

Entretanto, para que os produtos da unidade de produção, sejam eles frutos, cereais, hortaliças e outros recebam a denominação de produto orgânico precisam obedecer às diretrizes das leis existentes. As leis existentes, decretos e/ou instruções normativas caracterizam e identificam os produtos orgânicos como os que são produzidos com a preocupação com o meio ambiente, com o manejo equilibrado do solo, com a ciclagem de nutrientes, e os demais recursos naturais (água, gases, plantas e animais), e mantendo a sintonia desses elementos entre si e com os seres humanos para a manutenção da vida (Brasil, 2003; IN/46, 2011; IN/17, 2014). Em consonância com a legislação vigente, regulamentos aprovados para a produção orgânica de alimentos, visando atender a demanda por alimentos saudáveis e seguindo as boas práticas e tecnologias inovadoras a EMBRAPA Mandioca e Fruticultura disponibiliza o primeiro modelo para conversão e produção de abacaxi orgânico (EMBRAPA, 2017).

Toda unidade produtiva que busca o cultivo orgânico de maneira que siga os modelos de produção de base agroecológica referendado pela legislação vigente no país precisa que sua unidade tenha legitimidade na agricultura orgânica. Sendo assim, a lei prevê a certificação da produção orgânica por meio de certificadora credenciada ao MAPA, conhecidos como OPAC - Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade. Os OPACs integram o sistema de garantias exercendo o seu papel por auditoria, avaliam, verificam e atestam as unidades de produção, comerciais e produtos se atendem as exigências do regulamento da produção orgânica.

Além da Certificação, dos Sistemas Participativos de Garantia, a legislação brasileira prevê a Venda Direta sem Certificação. A venda direta é permitida desde que a unidade de produção orgânica esteja através de pessoa física e ou jurídica orientada por uma Organização de Controle Social (OCS). A OCS pode ser de natureza associativa, cooperativa ou consórcio, com ou sem personalidade jurídica, de agricultores familiares e que tenha reconhecimento da sociedade, credibilidade e que entre os envolvidos exista uma relação de organização, comprometimento e confiança. Além disso, deve existir na OCS o seu próprio controle, garantir aos produtores a visita pelos consumidores órgãos de fiscalização às unidades de produção (IN/17, 2014; IN/46, 2011; EMBRAPA, 2017).

3.6 Fontes naturais de K e potenciais fontes para agricultura orgânica

Em condições naturais o K é obtido do silicato de potássio, subdivididos por aqueles formados em altas temperaturas através dos processos ígneos e metamórficos (feldspatos, feldspatoides e micas primárias) e os originários do alto intemperismo de minerais, principalmente a illita (Manning, 2010). As plantas absorvem o K liberado no intemperismo mineral das camadas mais profundas do solo para as camadas superiores (Sardans e Peñuelas, 2015). Esse processo de bombeamento do K entre as camadas está sujeito a perdas de K por escoamento, no entanto, o bombeamento possibilita que se mantenham níveis altos de K na superfície da maioria dos solos do mundo (Barré e Velde, 2009). Portanto, a sustentação do oferecimento natural de K às plantas está relacionada à característica do material origem e o ciclo biogeoquímico (Nowak et al., 1991; Jobbágy e Jackson, 2001).

Apesar da ciclagem natural de K no solo a fração disponível na solução do solo às plantas, em geral, está entre 0,1-2% do total e a fração solúvel em água imediatamente disponível e a porção trocável representam 1-2%, o restante que são as frações indisponíveis no solo estão entre 96-99% (Wang et al., 2010; Britzke et al., 2012). No mundo o déficit no suprimento de K está em 20 kg ha⁻¹, caracterizando-se como um dos nutrientes de maior perda em função de seu uso em variados processos (Sheldrick et al., 2002). Na agricultura o K é necessário em grandes quantidades, em regiões pobres como na África, o alto custo dos fertilizantes acarreta em grandes áreas de terras com deficiência pela não suplementação do nutriente (Andrist-Rangel et al., 2007).

A produção brasileira de frutas tem grande dependência da fertilização com uso de adubos minerais, formulações comerciais sendo que o setor agropecuário do Brasil no ano de 2020 importou cerca de 33 milhões de toneladas de fertilizantes minerais para suplementação nutricional com nutrientes como o K (ANDA, 2021). A distribuição das fontes tradicionais de K é bastante limitada, grande parte é extraída no Canadá, Europa e Oriente Médio (Manning, 1995; Moores, 2009). No Brasil, a única fonte de mineração do K no hemisfério sul está na cidade de Taquari-Vassouras no estado de Sergipe (Nascimento e Loureiro, 2004).

Em geral o K é disponibilizado às plantas nos cultivos agrícolas convencionais em associação ao cloreto ou sulfato (de Paula, 1999). Existem no mercado os fertilizantes minerais que são constituídos por sais inorgânicos dos nutrientes N, P e

K. Os fertilizantes minerais simples ou básicos fornecem apenas um desses nutrientes minerais, como o superfosfato, nitrato de amônio, ureia e cloreto de potássio. Os fertilizantes minerais com formulações mistas ou compostos fornecem macronutrientes como o formulado 10-14-10 relacionado à porcentagem de N, P_2O_5 e K_2O (Taiz et al., 2017). Contudo são encontrados os fertilizantes básicos que são representados pelas matérias-primas, ureia, sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

O fertilizante Cloreto de potássio (KCl) é encontrado em forma granulada ou em pó que pode ser aplicado diretamente via solo ou na fertirrigação, possuindo de 58 a 62% de K_2O , 0-3% de CaO, 0-3% de MgO, 0-3% de S e pH de 5,6 e solubilidade em água de 400 gL^{-1} .

Outro adubo mineral a base de K que geralmente é empregado nos cultivos agrícolas é o Sulfato de potássio (K_2SO_4), este é um fertilizante mineral que contém de 15 a 19% de S, 48 a 52% de K_2O , 0-2, 5% de CaO, 0-2% de MgO, pH de 6,0 e sua solubilidade em água é de $154\text{-}390\text{ g L}^{-1}$. Pode-se encontrar o fertilizante a base de K como o nitrato de potássio (KNO_3) que contém 12% de N e fornece 44% de K_2O . Outro fertilizante mineral é o Sulfato de potássio e magnésio [$K_2Mg(SO_4)_2$] que oferece de 20-22% de K_2O , 18-19% de MgO e 20-22% de S (Freire et al., 2013; Heringer, 2020; EMBRAPA, 2020). Essa dependência por fertilizantes minerais pode ser um indicativo da necessidade de fontes alternativas que contribuam com novos caminhos para a produção agrícola do país em direção a modelos sustentáveis de produção como na produção orgânica.

Na agricultura orgânica nem todas as fontes de K comerciais existentes podem ser empregadas, como é o caso do Cloreto de potássio, fonte mais utilizada nos cultivos convencionais. Os fertilizantes orgânicos são resultantes de resíduos de plantas, fezes de animais e/ou depósitos naturais em rochas. Contudo, os resíduos vegetais e animais disponibilizam nutrientes em compostos orgânicos, com processo que podem demorar dias, meses ou anos, pois necessitam da mineralização, processo de degradação que envolve a ação de microrganismos do solo, fatores extras como a temperatura, disponibilidade de água e oxigênio (Taiz et al., 2017). E ainda em relação às fontes orgânicas de K existe dificuldade quanto a baixa solubilidade.

Nesse sentido, existe uma carência e busca de fontes alternativas de K para o emprego em sistemas orgânicos de produção. Contudo, toda e qualquer fonte de K

para ser aceita no sistema orgânico de produção é necessário que em seu processo de obtenção, utilização e armazenamento não se comprometam a qualidade do habitat natural e do agroecossistema, não represente ameaça ao meio ambiente, à saúde humana e animal (Brasil, 2008).

Um dos subprodutos que podem ser alternativa, como repositores de nutrientes ao solo é a vinhaça ou vinhoto que é um subproduto da indústria sucroalcooleira (de Paula, 1999). No processo de fabricação do álcool de cana-de-açúcar, cada litro de álcool produzido é gerado de 10 a 15 litros de vinhoto (Paulino et al., 2002). A vinhaça possui constituição química muito variável, diretamente determinante pela matéria-prima usada, do tipo de destilado produzido e do tipo de fermentação empregada (Glória e Orlando Filho, 1975; Glória e Santa Ana, 1975).

Levantamentos realizados em usinas de produção de álcool e açúcar da região de Campos dos Goytacazes, RJ, com vários tipos de vinhaças ou vinhoto, verificou-se na constituição química que os teores de K se destacam em quantidade nesse material (em kgm^{-3} de K_2O): Mosto de melão (4,62-7,62); Mosto misto (1,92-3,63); Mosto de caldo (0,64-1,46) (Nascimento, 2003). Em outro levantamento feito em sete usinas do estado do Rio de Janeiro em relação à composição média de vinhaça detectou uma oscilação de 128-3.800 mg/L de K^+ (UFRRJ, 1981). São três os tipos de vinhaça, o caldo que é resultante da destilação do álcool após fermentação alcóolica direta do caldo de cana, o melão após fermentação alcóolica do mosto do melão, resultante do caldo de cana para exportação do açúcar e a vinhaça mista após fermentação alcóolica do mosto preparado pela mistura de melão e caldo (Freire et al., 2013),

O processamento da cana-de-açúcar na indústria sucroalcooleira pode gerar dentre outros resíduos a cinza, originária do bagaço. Este resíduo agroindustrial não é só um problema, pois é fonte de nutrientes, como fonte de K, devido à constituição do bagaço da cana-de-açúcar. A composição química da cinza varia em função das condições ambientais de cultivo, da adubação fornecida no cultivo da cana-de-açúcar. Uma análise feita nas cinzas de bagaço de cana-de-açúcar foi possível constatar teores de K_2O oscilando de 8,6 a 24,5% de acordo com a origem geográfica do material (Pereira et al., 2016).

Nesse contexto de sustentabilidade no uso dos recursos naturais e produção agrícola sustentável se enquadram as práticas da agricultura orgânica e o surgimento de novos insumos para nutrição das plantas. Sendo assim, uma ferramenta com

grande crescimento a nível mundial e crescente na América Latina tem sido a utilização dos bioinsumos e ou biofertilizantes organominerais. Os bioinsumos têm versatilidade em seu emprego nas atividades agrícolas, em várias áreas (água, solo, plantas e outros componentes bióticos). No solo podem ser divididas em três aplicações/funções de uso: na nutrição das plantas fixando N e solubilizando P e K; alterando as características do solo e o sistema de remediação (Rocha, 2013). Muito embora os Bioinsumos careçam de mais estudos em nível de campo e regulamentação para comercialização e utilização.

Na realidade brasileira o avanço tem acontecido no campo governamental e estatal como lançamento do Programa Nacional de Bioinsumos (PNB). O PNB define bioinsumos como: ...“os produtos recomendados para manutenção ou incremento da capacidade do solo em sustentar o crescimento e a produtividade das plantas, considerados os bioestimulantes, inoculantes, biofertilizantes, remineralizadores de solo e suas interações, os calcários e fosfatos naturais, estes últimos, em virtude do uso na agricultura orgânica” (MAPA, 2020).

Um dos produtos que atendem essa vertente pela sustentabilidade ambiental é o Ekosil Plus®, produzido pela empresa Yoorin, que é um fertilizante potássico com certificação para agricultura orgânica e é obtido diretamente da moagem de rochas silicatadas de origem vulcânica, ele oferece: 8,0 % de K₂O Total, 1,0 % de K₂O solúvel em ácido cítrico 2 %, Si total 25%, baixo índice salino de 0,63 e pH= 10,09. O Ekosil Plus® (Yoorin) promove o equilíbrio do solo, libera gradualmente os nutrientes nos ciclos vegetativos, produtivos da planta e pode ser aplicado em frutíferas de 2 a 4 ton. ha⁻¹ (Yoorin, 2020).

Outro produto é o Hum-I-Solve®, produzido pela empresa Agrobiológica, rico em ácidos húmicos, produzido através da extração alcalina da lignita (rocha sedimentar rica em substâncias húmicas). Apresenta concentração de 90% de substâncias húmicas, promovendo nutrição superior e ativando a microbiologia do solo e na superfície da folha. É um fertilizante organomineral foliar e, serve para fertirrigação, possuindo: hidróxido de potássio a 10%, pH 7,5 a 8,0, carbono orgânico total 40%, solubilidade em água 100%, seu índice salino é de 20, solubilidade em água a 20°C (100 g L⁻¹). A dosagem utilizada em frutíferas é de 500 g ha⁻¹ (AGROBIOLÓGICA, 2020).

3.7 Potenciais fontes de K para frutíferas tropicais

O Brasil nos últimos anos vem acompanhando a tendência mundial no aumento da produção de frutas tropicais frescas, no período 2014 a 2016 produziu 340.2 milhões de dólares, o que representa 2,4% da produção mundial em torno de 14.522.123 bilhões de dólares (FAO, 2021). A produção brasileira de frutas tem grande dependência da fertilização com adubos minerais, formulações comerciais, sendo que o setor agropecuário do Brasil no ano de 2020 importou cerca de 33 milhões de toneladas de fertilizantes minerais para suplementação nutricional com nutrientes como o K (ANDA, 2021). Essa dependência externa por fertilizantes reafirma a necessidade de fontes alternativas que possam contribuir com novos caminhos para a produção agrícola sustentável no Brasil.

Nos últimos anos a busca por atividades sustentáveis tem provocado o estudo de alternativas aos fertilizantes de origem química, de maneira que se diminuam a sua dependência, os custos na produção agrícola e enriqueçam a biodiversidade da biota edáfica e a ciclagem de nutrientes (Onwosi et al., 2017). Estão cada vez mais presentes os esforços pela conservação do solo, manutenção da diversidade genética, animal, microbiana, reaproveitamento da água para irrigação, controle integrado de pragas e doenças, promoção da reciclagem de resíduos e que conferem destinação ambientalmente correta aos subprodutos minerais e orgânicos (Vicien, 1992; Cesaro et al., 2019). Contudo, a fertilização exige conhecimento em relação a aspectos morfológicos e fisiológicos da planta, a disponibilidade dos nutrientes no solo e o seu papel no vegetal, podendo os nutrientes serem suplementados por meio da fertilização mineral ou orgânica (Cavalcante et al., 2012).

Dentre as possibilidades de fontes potássicas para o cultivo orgânico de frutíferas tropicais encontra-se o farelo de rocha, opção também para substituição parcial no cultivo convencional aos fertilizantes minerais (Colla e Simão, 2012). O farelo ou pó de rochas pode ser fonte de nutrientes com a promoção considerável de K, níquel (Ni), cobre (Cu) e zinco (Zn) (Pádua, 2012; Guelfi-Silva et al., 2014).

Dentre os materiais oriundos de rochas como fertilizantes potássicos às culturas agrícolas, os mais importantes são constituídos por: feldspato, muscovita, glauconita, flogopita, biotita, feldspatoides e zeólitas (Fernandes e Castilhos, 2010). Existem reservatórios na maioria das regiões do Brasil com reservas de minerais primários com elevados teores de K, contudo os silicatos, feldspatos alcalinos,

feldspatoides são considerados fontes em potencial com K em sua estrutura, mas na forma insolúvel e com liberação lenta na solução do solo (Nascimento e Loureiro, 2004).

Uma alternativa aos fertilizantes minerais são os fertilizantes de origem orgânica. Os fertilizantes orgânicos são resultantes de compostos orgânicos por meio de processos físico-químicos, bioquímicos, naturais ou controlados, a partir de matéria-prima animal ou vegetal, podendo ser enriquecido com minerais que melhorem suas características físicas, químicas ou biológicas (Brasil, 2011). Os fertilizantes de origem orgânica liberam gradualmente os nutrientes, já os fertilizantes solúveis têm liberação mais rápida, os de origem orgânica dependem da mineralização para disponibilizarem ao longo do tempo, o que pode melhorar o aproveitamento e aumentar a fertilidade do solo (Gliessman, 2000; Kai e Adhikari 2021).

Quando se emprega o fertilizante orgânico a liberação dos nutrientes em geral é mais lenta em comparação ao emprego dos fertilizantes minerais solúveis, sua liberação pode demorar dias, meses ou anos, pois necessitam da mineralização, processo de degradação que envolve a ação de microrganismos do solo, fatores extras como a temperatura, disponibilidade de água e oxigênio (Taiz et al., 2017). Barreto et al. (2021), avaliando os efeitos da fertilização orgânica na produção de nectarina (*Prunus persica* L.), concluíram que o período de um ano de avaliação para árvores frutíferas é bastante curto para obter resultados significativos sob o efeito da fertilização orgânica (Toselli et al., 2019).

As plantas anuais completam seu ciclo cultural durante uma estação de crescimento, absorvem os nutrientes em menor tempo, diferindo das plantas perenes, com ciclo estacional vegetativo reprodutivo a cada ano, com a absorção lenta quando comparada com as anuais (Brunetto et al., 2016). Sendo assim, é de extrema importância o conhecimento do ciclo cultural e das necessidades nutricionais das plantas, pois a variação das exigências nutricionais será em função da cultura empregada, a exemplo das culturas anuais e perenes (Fernandes et al., 2010). Nesse sentido, a adição de fertilizantes orgânicos junto a adubos de origem mineral pode influenciar positivamente na arquitetura do sistema radicular e no estágio nutricional das plantas, desde que escolhidos conforme a sua disponibilidade, conhecida as suas características físico-químicas e condições de armazenamento (Rizzi, 2005).

Brito et al. (2005) trabalhando com o rendimento e qualidade do fruto do maracujazeiro-azedo na cidade de São Cristóvão-Sergipe, utilizando adubação à base de K, esterco de frango e de ovino, observaram que o maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) alcança características boas para o consumo *in natura* e para a indústria quando fertilizado com esterco de frango ou ovino, adicionando-se doses de K (38 a 54g planta⁻¹ de K₂O) promovendo SST entre 10,8 e 14,02%, ATT de 8,48 a 7,57 g 100 mL⁻¹ de suco.

Em um ensaio com fertilização orgânica na cultura do maracujazeiro Damatto Júnior et al. (2005), em Botucatu-São Paulo, testaram a fertilização orgânica no maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis), utilizando-se de esterco de curral curtido nas proporções de 50%, 100%, 150% e 200% da dosagem recomendada para a cultura em um Nitossolo Vermelho. Os melhores resultados foram obtidos na dosagem de 100% (5 kg de esterco planta⁻¹), as plantas apresentaram maior número de frutos e maior produtividade, além de os frutos apresentarem bom rendimento de polpa, baixa acidez de 2,08, com pH médio de 3,82. A relação de K/N no maracujazeiro observada por Damatto Júnior et al. (2005) foi de aproximadamente 1:1, com teores foliares de nitrogênio entre 23 g/kg em um esperado de 33 a 43 g/kg e de K de 21 g/kg. Vale ressaltar que a referência é sobre adubação química, onde a conversão do N da forma orgânica para a mineral ocorre 50% no primeiro ano, 20% no segundo ano e 30% após o segundo ano, portanto com a liberação de nutrientes na fonte orgânica de forma gradual (Gliessman, 2000).

Salles (2014) avaliando o efeito da adubação orgânica no cultivo da amoreira-preta (*Rubus brasiliensis* Mart.), uma espécie rústica, nativa do Brasil, conhecida popularmente como amora do mato, observou efeito positivo na nutrição das plantas sob o manejo orgânico, houve antecipação na característica de qualidade de fruto de mudança da cor verde para avermelhada atingida aos 92 dias com uso do composto orgânico, enquanto no tratamento controle alcançou-se com 99 dias. No entanto, Salles (2014) cita a deficiência de estudos consolidados ou mesmo recomendações técnicas específicas para a cultura, particularmente referências sobre exportação de nutrientes. Este trabalho foi desenvolvido com tratamentos com composto orgânico de fabricação própria, torta de mamona e a associação destes compostos, os quais foram comparados com o controle sem adubação.

Ao utilizar resíduos de origem agroindustrial de material orgânico é indispensável observar características como boa capacidade de troca catiônica,

estabilidade física e esterilidade biológica do material e adequado pH, condutividade elétrica, a quantidade de nutrientes, relação C/N, relação água/ar, porosidade total, capacidade de retenção de água e drenagem, bem como, favorecer a atividade fisiológica das raízes (Carrijo et al., 2004).

Portanto, o emprego de fertilizantes de origem orgânica ricos em nutrientes pode aumentar os teores desses nutrientes no solo, aumentar a população microbiana, estimular as atividades das raízes, dos microrganismos, aumentar a circulação de nutrientes e acarretar um fornecimento contínuo de nutrientes as plantas (Kai e Adhikari, 2021). Como exemplo de fonte orgânica de nutrientes, Caetano et al. (2019) avaliando a utilização de resíduos orgânicos para adubação do abacaxizeiro 'Vitória' verificaram que a palha de café conilon (*Coffea canephora* P.) curtida possuía: C/N= 25/1, umidade 21%, MO 93%, pH 7,4, N 2,20%, P 0,06%, K 1,76%, Ca 0,86%, Mg 0,13% e S 0,10%.

Dutra (2006), avaliando a eficiência da aplicação da ureia, na presença e ausência do esterco bovino, no cultivo do maracujazeiro doce em Campos dos Goytacazes - RJ, constatou que os teores de K nas folhas foram superiores nas plantas que não receberam adubação com esterco bovino, 25,4 g kg⁻¹ de K e com esterco 23,7 g kg⁻¹, assim como nos nutrientes P, Zn e Fe. No entanto, o esterco bovino junto à adubação química nitrogenada promoveu aumento da porcentagem do suco, com a seguinte média dos tratamentos sobre a estimativa de extração de nutrientes no suco: K (5,69 kg), S (0,37 kg), P (0,30 kg), Ca (0,21 kg), Mg (0,28), Mn (0,67 g), Cu (1,86 g), Fe (7,67 g), Zn (2,64 g) em t⁻¹ de fruto (Carvalho et al., 2015).

Um dos subprodutos que podem ser alternativa como repositores de nutrientes no solo resultante de processos do setor agroindustrial é a vinhaça ou vinhoto, que é um subproduto da indústria sucroalcooleira (Nascimento, 2003). No processo de fabricação de cada litro de álcool de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) são gerados de 10 a 15 litros de vinhoto (Paulino et al., 2002). Em levantamento feito nas usinas de produção de álcool e açúcar da região de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil com vários tipos de vinhaças ou vinhoto verificou-se a sua constituição química onde se destacam os teores de K (em kg/m³ de K₂O), mosto de melaço (4,62-7,62), mosto misto (1,92-3,63), mosto de caldo (0,64-1,46) (Nascimento, 2003).

Um subproduto da queima de material orgânico é a cinza oriunda da madeira que pode ser uma alternativa na correção do pH do solo na fruticultura tropical e

disponibilizar nutrientes, no entanto dependendo da origem das cinzas pode conter altos teores de K, P, Ca, Mg restituindo parte dos nutrientes absorvidos pelas culturas de acordo com as condições químicas do solo e das necessidades das plantas (Voundinkana et al., 1998; Sharifi et al., 2013). O reaproveitamento de cinzas vegetais diminui a necessidade de utilização de fertilizantes comerciais, favorecendo a redução da acidez do solo e disponibilizando Ca (Zimmermann e Frey, 2002; Sofiatti et al., 2007). Portanto, o emprego de fertilizantes de origem orgânica ricos em nutrientes pode aumentar os teores desses nutrientes no solo, aumentar a população microbiana, estimular as atividades das raízes, dos microrganismos, aumentar a circulação de nutrientes e acarretar um fornecimento contínuo de nutrientes às plantas (Kai e Adhikari, 2021).

Desse modo, Prado et al. (2002) avaliando o efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira constataram efeito positivo na fertilidade do solo, pois a cinza neutralizou a acidez do solo, reduziu a concentração de H+Al; aumentou a concentração de Ca e Mg trocáveis e na nutrição das plantas de goiabeira verificou-se aumento nas concentrações de Ca, Mg, B e Cu na parte aérea e raízes, e P e manganês na parte aérea, na ausência de calcário, a aplicação de cinzas foi suficiente para garantir adequada nutrição das plantas de goiabeira.

Resultado semelhante com efeito positivo na fertilização com cinzas de vegetais sobre todas as variáveis estudadas foi verificado por Piva et al. (2013) ao avaliar o efeito de diferentes doses de cinzas vegetais e esterco bovino no desenvolvimento de videiras (*Vitis vinifera* L. cv. Isabel), os teores nutricionais nas folhas ficaram dentro da faixa de suficiência, com exceção para o excesso de N e a deficiência de K e Ca, que exigiriam a complementação com outras fontes de nutrientes.

Estudos de Sharifi et al. (2013) avaliando a calagem e a biodisponibilidade de K no solo com três fontes de cinza de madeira em cultivo com azevem (*Lolium multiflorum* Lam.) em casa de vegetação, no Canadá, verificaram que o tratamento com cinza de madeira aumentou a absorção de N, P, Ca e Mg; a absorção máxima de boro ocorreu nos três tratamentos com cinza de madeira; mesmo o solo não sendo deficiente em P, houve incrementos de 14 e 48% de P nos tratamentos com dois tipos de cinza de madeira. Os tratamentos com cinza de madeira aumentaram a absorção de K em comparação ao tratamento controle; as cinzas de madeira aumentaram o pH

do solo nos primeiros 50 dias após a aplicação e o estabilizaram por pelo menos 8 meses.

O uso dos recursos naturais na produção agrícola sustentável com o aproveitamento de fontes alternativas de nutrientes se enquadra nas práticas da agricultura orgânica e na produção insumos para nutrição das plantas, por ser opção acessível e de menor custo a utilização de biofertilizantes pode ser uma alternativa para a nutrição das culturas, um contraponto ao uso de fertilizantes solúveis com altos custos de aquisição (Sanchez, 2020).

No Brasil foi lançado no campo governamental/estatal o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB), que define bioinsumos como: ...“os produtos recomendados para manutenção ou incremento da capacidade do solo em sustentar o crescimento e a produtividade das plantas, considerado os bioestimulantes, inoculantes, biofertilizantes, remineralizadores de solo e suas interações, os calcários e fosfatos naturais, estes últimos, em virtude do uso na agricultura orgânica” (MAPA, 2020).

Os bioinsumos tem versatilidade em seu emprego nas atividades agrícolas, pois podem ser utilizados de várias maneiras (água, solo, plantas e outros componentes bióticos). No solo podem ser divididas em três aplicações/funções de uso: alterando as características do solo e o sistema de remediação na nutrição das plantas fixando N e solubilizando P e K; (Rocha, 2013).

Cavalcante et al. (2012), trabalhando com maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims) e biofertilizante simples (água + esterco bovino fresco, na proporção [1: 1], biofertilizante enriquecido (água + esterco bovino fresco + uma mistura de proteínas + fontes de nutrientes) e fertilização mineral química com NPK (fertilizado e não fertilizado), observaram mudanças no estado nutricional das plantas. O biofertilizante enriquecido promoveu suprimentos de P (0,55), K (29,8), Ca (39,6) e S (14,1) g kg foliar⁻¹; ambos os biofertilizantes estimularam a produção de frutas, com resultados acima da média brasileira e o biofertilizante com esterco bovino pode ser uma ferramenta importante para a produção de maracujá-azedo usando menos fertilizantes minerais.

Uma fonte de K que se adequa ao conceito de bioinsumos é o Hum-I-Solve®, um fertilizante rico em ácidos húmicos, produzido através da extração alcalina da lignita (rocha sedimentar rica em substâncias húmicas) e apresenta concentração de 90% de substâncias húmicas, promovendo nutrição superior e ativando a microbiologia do solo e na superfície da folha. Esse fertilizante é um organomineral

foliar e para fertirrigação possui: Hidróxido de K (KOH) a 10 %, pH 7,5 a 8,0, Carbono Orgânico Total 40%, solubilidade em água 100%, seu índice salino é de 20, solubilidade em água a 20°C (100 g/l). A dosagem utilizada por fertirrigação em frutíferas é de 500 g/ha (Agrobiológica, 2020).

Outro fertilizante de origem nas rochas que se adequa à sustentabilidade ambiental é o Ekosil Plus® (Yoorin) (feldspato), fertilizante potássico com certificação para agricultura orgânica, obtido diretamente da moagem de rochas silicatadas de origem vulcânica, o qual oferece: 8,0% de K₂O Total, 1,0% de K₂O solúvel em ácido cítrico 2%, Silício (Si) total 25%, baixo índice salino de 0,63 e pH igual a 10. É aplicado em frutíferas de 2 a 4 ton. ha⁻¹ diretamente no solo e em geral a lanço. O Ekosil Plus® (Yoorin) libera gradualmente os nutrientes nos ciclos vegetativos e produtivos da planta (Yoorin, 2020). Fertilizantes de rochas silicatadas podem ser importantes na liberação e reposição de K ao solo, associado a fontes orgânicas com disponibilidade de nutrientes como o N, contribuindo para a manutenção da relação ideal no solo de nutrientes disponíveis às frutíferas tropicais (Rizzi, 2005).

TRABALHOS

ARTIGO 1. PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DOS FRUTOS DO ABACAXIZEIRO
'BRS IMPERIAL' FERTILIZADO COM FONTES ALTERNATIVAS DE POTÁSSIO

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.), sendo a terceira fruta mais produzida no país, cultivado principalmente pela agricultura familiar. O potássio (K) é um dos nutrientes mais exigidos nos cultivos do abacaxizeiro, sendo crucial para o transporte de fotoassimilados no floema, influenciando diretamente nas características do fruto. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e qualidade dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial' cultivados com fontes alternativas de K. O experimento foi conduzido no campo, com plantas com porte inicial de 25 cm e o delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo sete fontes alternativas de K, que corresponderam aos tratamentos: 1: Controle (sem adubação potássica adicional); 2: Cloreto de potássio (KCl) na dose de 500 kg ha⁻¹; 3: Ekosil Plus® (Yoorin) na dose de 3000 L ha⁻¹; 4: Hum-I-Solve® (pó concentrado) na dose de 0,5 kg ha⁻¹; 5: Sulfato de Potássio (K₂SO₄) na dose de 600 kg ha⁻¹; 6: Cinza de bagaço de cana-de-açúcar na dose de 25 ton. ha⁻¹; 7: Vinhaça na dose de 2000 L ha⁻¹. Foram avaliados os teores de potássio na folha, produtividade, comprimento do fruto (cm), diâmetro do fruto (cm) e qualidade dos frutos: massa do fruto inteiro com coroa e sem coroa, rendimento do suco, Brix (sólidos solúveis-SS), acidez titulável (AT) e vitamina C. O fertilizante Cloreto de potássio foi a fonte que proporcionou maior produtividade com 35,86 t ha⁻¹ de frutos. O fertilizante Ekosil Plus® proporcionou maior rendimento de suco com 40,3% de suco nos frutos do 'BRS Imperial'.

Termos de Indexação: *Ananas comosus* var. *comosus*; adubação, produção; fontes de potássio.

INTRODUÇÃO

A cultura do abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill), em 2018, atingiu uma produção mundial de aproximadamente 28 milhões de toneladas, em uma área colhida de cerca de um milhão de hectares (FAO, 2021). O Brasil figura na segunda posição mundial em produção de abacaxi, com 2,65 milhões de toneladas, em 71 mil ha e produtividade média em torno de 24 mil frutos ha⁻¹ (IBGE, 2022; FAO, 2022). Para o aumento da produtividade é imprescindível o emprego da fertilização com K, pois esse nutriente tem importância para a qualidade da infrutescência, com melhores valores médios de sólidos solúveis, melhor acidez e por consequência melhor qualidade sensorial (Py et al., 1987; Hiroce et al., 1997; Spironello et al., 2004; Guarçoni et al., 2011; Pegoraro et al., 2014).

O K é um dos nutrientes mais exigidos pela cultura do abacaxizeiro, pois é o nutriente acumulado em maior quantidade (Ramos et al., 2011), carboidratos (Römheld et al., 2010), na manutenção do equilíbrio aniônico-catiônico celular, atuando na regulação osmótica e no pH, e influência no turgor celular (Anschutz et al., 2014). O K tem participação na regulação da fotossíntese e na respiração, e sua carência é refletida numa baixa taxa de crescimento (Marschner et al., 2012). Devido a sua alta mobilidade no floema, o K é crucial para o transporte de fotoassimilados no floema e influencia diretamente nas características do fruto, altera diretamente o teor de sólidos solúveis e o teor de ácido ascórbico, desempenhando assim, papel preponderante na qualidade do fruto (Cunha e Cabral, 1999; Spironello et al., 2004; Guarçoni et al., 2011; Caetano et al., 2013).

O Brasil tem se destacado entre os grandes países produtores de frutas e frutas de qualidade. Contudo, a agricultura nacional com destaque para a fruticultura tem uma grande dependência no uso de fertilizantes minerais, com suas formulações comerciais. O setor agropecuário do Brasil no ano de 2020 importou cerca de 33

milhões de toneladas de fertilizantes minerais para suplementação nutricional com nutrientes como o K (ANDA, 2021). Essa dependência externa por fertilizantes reafirma a necessidade de fontes alternativas que possam contribuir a novos caminhos para a produção agrícola sustentável no Brasil. E ainda, buscando-se atender a demanda crescente do mercado ao consumo de alimentos de origem orgânica, sem uso de defensivos e adubos químicos. Portanto, a utilização da cultivar 'BRS Imperial' resistente à fusariose associada a fontes alternativas de nutrientes é a oportunidade de se produzir e atender o nicho de mercado que valoriza a produção orgânica.

Nos últimos anos a busca por atividades sustentáveis tem provocado o estudo de alternativas aos fertilizantes de origem mineral, altamente solúveis, de maneira que se diminuam a sua dependência, os custos na produção agrícola e que enriqueçam a biodiversidade da biota edáfica e a ciclagem de nutrientes (Onwosi et al., 2017). Contudo, a fertilização exige conhecimento em relação a aspectos morfológicos e fisiológicos da planta, a disponibilidade dos nutrientes no solo e o seu papel no vegetal, podendo os nutrientes serem disponibilizados por meio da fertilização mineral ou orgânica (Cavalcante et al., 2012).

Diante disso, fazem-se necessários estudos com fontes alternativas de K que possam substituir uma matriz altamente dependente de fontes não renováveis. Ademais, são escassas as informações da utilização de fertilizantes orgânicos na cultura do abacaxizeiro (Y. Liu, 2012). Uma das alternativas seria a aplicação de farelo de rocha em substituição parcial dos fertilizantes sintéticos que são prontamente solúveis (Pádua, 2012). A preservação da palhada de cana-de-açúcar no solo, quando associada à aplicação da vinhaça, provoca alterações das propriedades químicas, aumento da fertilidade e do carbono orgânico e K no solo (Canellas et al., 2003; Bébé et al., 2009).

Comercialmente tem-se as fontes de sulfato de potássio e sulfato duplo de potássio que são permitidas na agricultura orgânica por serem obtidas por meio de etapas físicas não enriquecidas por processo químico e não manipulados quimicamente para o aumento da solubilidade. Os resíduos vegetais e animais disponibilizam nutrientes em compostos orgânicos, com processos que podem demorar dias, meses ou anos, pois necessitam da mineralização e esse processo de degradação envolve a ação de microrganismos do solo, fatores extras como a temperatura, disponibilidade de água e oxigênio (Taiz et al., 2017).

Faz-se necessário conhecer a necessidade nutricional de cada cultura, pois é variável a resposta das cultivares a diferentes fontes de fertilizantes (Silva, 2020). Sendo assim, é de supra importância observar a exigência nutricional dentre as cultivares de abacaxizeiro com a fertilização alternativa de K. Considerando a importância da fertilização com K na cultura do abacaxizeiro para obtenção de alta produtividade, frutos de qualidade superior e testando variadas fontes acessíveis poderá ser possível a partir da verificação do efeito na produção 'BRS Imperial' e qualidade dos frutos sinalizar potencial fonte alternativa de K para a região. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o teor foliar de K, a produção e as características físico-químicas dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial' cultivados com fontes alternativas de K.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em lavoura comercial na fazenda Taquarussú, localizada em Imburi, no município de São Francisco do Itabapoana, no estado do Rio de Janeiro (21°28'S e 41°7'O), Brasil, a 4 m do nível do mar. A precipitação pluviométrica anual foi de 1290 mm, das quais mais de 70% ocorrem de outubro a janeiro. Durante o período do experimento foram determinadas a temperatura máxima e mínima e a precipitação pluviométrica. As condições climáticas de pluviosidade e temperatura ao longo do experimento na unidade de pesquisa são apresentadas na Figura 1.

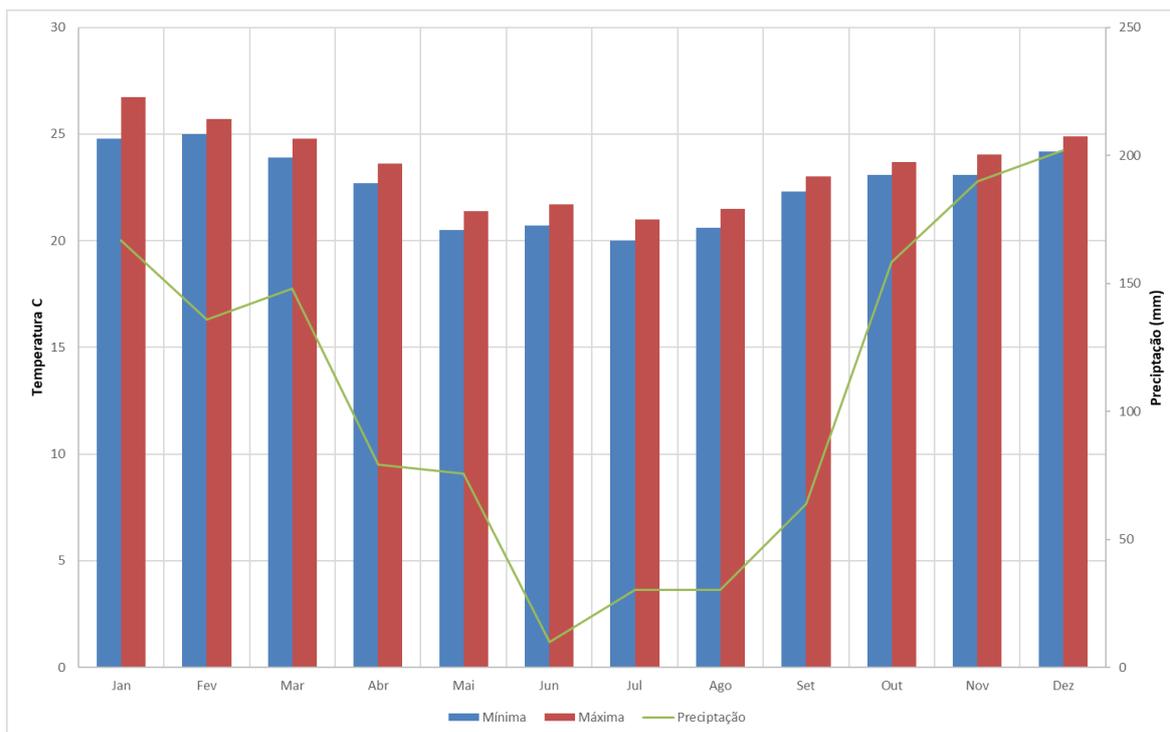


Figura 1: Média mensal de valores mínimos e máximos de temperatura (°C) e pluviosidade (mm) em condições de campo no cultivo de abacaxizeiro 'BRS Imperial', período de janeiro a dezembro de 2020. São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro, Brasil.

Antes da instalação do experimento, amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm na área experimental, sendo determinadas suas características químicas: pH em H₂O: 4,2; P (Mehlich¹): 22 mg dm⁻³; K (Mehlich¹): 2,4 mmolc dm⁻³ ou 93,8 mg dm⁻³; Na 0,24 cmolc dm⁻³ H+Al: 2,41 cmolc dm⁻³ Al: 0,65 cmolc dm⁻³ Ca: 0,48 cmolc dm⁻³ Mg: 0,25 cmolc dm⁻³ SB: 1,21 cmolc dm⁻³ V: 33%; m: 35%; MO: 14,48 g dm⁻³. Ainda foi determinada a sua granulometria: areias totais 750 g dm⁻³; argila 130 g dm⁻³ e silte 120 g dm⁻³.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e sete tratamentos que corresponderam às fontes alternativas de fertilizantes potássicos: Tratamento 1: Controle (sem adubação potássica adicional); Tratamento 2: Cloreto de potássio (KCl) na dose de 500 kg ha⁻¹; Tratamento 3: Ekosil Plus® (Yoorin) na dose de 3.000 l ha⁻¹; Tratamento 4: Hum-I-Solve® (pó concentrado) na dose de 0,5 kg ha⁻¹; Tratamento 5: Sulfato de Potássio (K₂SO₄) na dose de 600 kg ha⁻¹; Tratamento 6: Cinza de bagaço de cana-de-açúcar (Cinza) na dose de 25 ton. ha⁻¹; Tratamento 7: Vinhaça na dose de 2000 l ha⁻¹.

As mudas de 'BRS Imperial' foram introduzidas no campo em março de 2019, com porte de 25 cm. O experimento foi conduzido entre os meses de março e

dezembro de 2020. Ao iniciar o estudo a cultura estava no décimo segundo mês de sua implantação e as plantas apresentavam em torno 60 cm de altura. A área experimental foi de 1,185 m², sendo cada unidade experimental composta por 52 plantas, com 40 plantas úteis. Utilizou-se o espaçamento em fileira dupla, com as dimensões de 0,3m (planta) x 0,4m (linha), 1,50 m entre os canteiros, o que representou uma densidade total de 33 mil plantas ha⁻¹. O solo dos canteiros foi protegido com plástico, em sistema de mulching.

A fonte de K empregada foi o fertilizante Cloreto de potássio (KCl) que oferece de 58 a 62% de K₂O, apresenta índice salino de 116, medida que indica a tendência do fertilizante em elevar a pressão osmótica da solução do solo. O fertilizante Cloreto de potássio foi empregado por ser o fertilizante potássico mais utilizado na agricultura convencional e por suas características químicas não é permitida a utilização em sistema orgânico de produção (Santos et al., 2006).

O terceiro tratamento foi utilizado o Ekosil Plus ®, que é um fertilizante potássico com certificação para agricultura orgânica, obtido diretamente da moagem de rochas silicatadas de origem vulcânica, oferece: 8,0% de K₂O Total, 1,0% de K₂O solúvel em ácido cítrico 2%, Silício (Si) total 25% e teores totais mínimos de Cálcio (Ca) 1%, Magnésio (Mg) 0,15%, Cobalto (Co) 0,0004%, Zinco (Zn) 0,002. Possui baixo índice salino de 0,63 e pH= 10,0. O Ekosil Plus ® promove o equilíbrio do solo, libera gradualmente os nutrientes nos ciclos vegetativos e produtivos da planta (Yoorin, 2020).

Como fonte potássica, no quarto tratamento, foi utilizado o Hum-I-Solve ®, fertilizante rico em ácidos húmicos, produzido através da extração alcalina da lignita (rocha sedimentar rica em substâncias húmicas). Apresenta concentração de 90% de substâncias húmicas, promove nutrição superior ativando a microbiologia do solo e na superfície da folha. O Hum-I-Solve ® é um fertilizante organomineral foliar que pode ser usado na fertirrigação, possuindo: hidróxido de potássio a 10%, pH 7,5 a 8,0, carbono orgânico total 40%, solubilidade em água 100%, seu índice salino é de 20, solubilidade em água a 20°C (100 g L⁻¹) (Agrobiológica, 2020).

O Sulfato de potássio (K₂SO₄) foi empregado no tratamento cinco, fertilizante a base de sulfato de potássio contém entre 50 e 52% de K₂O, de 1,5% de Cloro (Cl) e 20% de Enxofre (S) que são altamente solúveis em água (Sauchelli, 1963).

No tratamento seis foi empregada como fonte de K a cinza de bagaço de cana-de-açúcar, coletada na usina e resultante do processo de produção de etanol (álcool etílico). Este resíduo agroindustrial não é só um problema ambiental, pois é fonte de

nutrientes, como K, devido a constituição do bagaço da cana-de-açúcar. A cinza utilizada para este estudo possuía em média a seguinte constituição: 1,9% de K_2O , 1,5% N e 1,4% de P_2O_5 por kg de cinza de bagaço de cana-de-açúcar.

No tratamento sete foi utilizada como fonte de K a vinhaça também conhecida como vinhoto, resultante do processo de produção de etanol, é um resíduo pastoso e com odor acentuado resultante da transformação na destilação fracionada do caldo da cana-de-açúcar que passou pelo processo de fermentação para resultar no etanol (álcool etílico). A vinhaça utilizada possuía as seguintes características químicas: 0,23 de N; 0,09 de P_2O_5 e 1,01 de K_2O kg/m^3 de caldo, pH 4,0.

As fontes de fertilizantes foram diluídas em água e aplicadas ao redor das plantas junto às últimas folhas e no solo, totalizando cinco aplicações, sendo três antes da indução da inflorescência e duas após a indução da inflorescência. Como fonte de nitrogênio (N) foi aplicado o esterco bovino diluído em água e aplicado ao redor das plantas junto às últimas folhas e no solo, sendo uma dose antes da indução da inflorescência, e outras duas doses depois da inflorescência. Cada dose de esterco bovino totalizou 200 mL que apresentaram os seguintes atributos químicos: N: 1,13%; pH em H_2O : 8,8; C.E. 13,9 dS/m; P (P_2O_5) 0,69%. e K_2O : 1,55%.

Ademais, efetuou-se a coleta da folha 'D' das plantas para análise do teor de K. Para isso, foram colhidas 12 folhas por tratamento antes da indução da inflorescência. Posteriormente, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a $70^{\circ}C$, por 72h, na sequência trituradas em moinho de facas do tipo Wiley. Para a determinação do K as amostras foram submetidas à digestão de ácido Nítrico (HNO_3) concentrado e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em sistema de digestão aberta e quantificadas em espectrômetro de emissão atômica com fonte de indução de plasma acoplada, modelo ICPE-9000 da marca em Shimadzu®.

Para a indução da inflorescência, em agosto de 2020, efetuou-se a aplicação na roseta foliar de solução com carbureto de cálcio a uma concentração de 1 g planta⁻¹ (EMBRAPA, 2017).

Para a avaliação da qualidade dos frutos pesou-se o fruto inteiro com coroa e sem coroa com a utilização de uma balança digital. Para obtenção dos dados de comprimento foi utilizada fita métrica de uma extremidade a outra do fruto e para os dados de diâmetro foi utilizado paquímetro digital e verificada na região mediana do fruto.

Para avaliação das características químicas e físicas os frutos foram colhidos a partir dos 20 meses do plantio das mudas, coletou-se 05 frutos por unidade experimental com um total de 20 frutos por tratamento no ponto de coloração externa segundo a classificação entre Colorido e Amarelo (PBMH, 2003). Foram avaliadas as seguintes características dos frutos: Massa do fruto inteiro; Massa do fruto sem coroa; Massa do suco (rendimento do suco em %); Brix (sólidos solúveis-SS); Acidez Titulável (AT). Foi estimada a produção por ha a partir da densidade de 33 mil frutos ha^{-1} . O fruto foi descascado, triturado em liquidificador e originou um homogenato que por meio de uma peneira extraiu-se o suco. A massa do suco foi dividida pela massa do fruto inteiro de modo a quantificar o rendimento de suco em %.

O suco obtido foi separado utilizando-se uma peneira e foi determinada a acidez titulável (AT), realizada com hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, expressa em % de ácido cítrico ($\text{g } 100 \text{ mL}^{-1}$ de suco). Ademais, foi determinado o pH do suco por meio de um pHgâmetro digital. Por fim, a partir do suco do fruto foram determinados os sólidos solúveis (Brix), por meio de refratometria com auxílio de um refratômetro digital e calculada a relação SS/AT (Ratio).

Foi verificada no suco dos frutos a vitamina C, empregando-se a titulação do suco por solução de 2,6 dichlophenolindophenol, sal sódio e expressada em mg de ácido ascórbico 100 mL^{-1} de suco (AOAC, 2016).

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância com comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% ou pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, salvo melhor ajuste. Para isso, foi utilizado o software estatístico SANEST e SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores foliares de K das plantas de 'BRS Imperial' antes da indução da inflorescência não diferiram entre os tratamentos e, portanto, a média dos tratamentos ficou em $19,8 \text{ g kg}^{-1}$ de K (Tabela 1).

Tabela 1: Teores foliares de potássio em abacaxizeiro 'BRS Imperial' fertilizado com sete fontes de potássio, antes da indução da inflorescência, em São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

Tratamento	Indução da Inflorescência
K	
g kg ⁻¹	
Controle	17,9 a
Cloreto de potássio	21,7 a
Ekosil Plus ®	16,6 a
Hum-I-Solve ®	19,0 a
Sulfato de Potássio	23,3 a
Cinza	18,8 a
Vinhaça	21,8 a
Média	19,8
CV (%)	14,35

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O valor médio do teor foliar apresentado nos tratamentos está abaixo dos relatados por Lacoeylhe (1984) e Malavolta et al. (1997) para a cultura do abacaxizeiro que estaria em torno de 22-28 g kg⁻¹, e inferior ao registrado por Oliveira et al. (2015) com 26,56 g kg⁻¹ que trabalharam com fontes de N e K no 'BRS Imperial'. Contudo, a média do teor foliar apresentado nos tratamentos antes da indução da inflorescência está próximo a de Ramos et al. (2011) com 20 g kg⁻¹ que cultivaram em casa de vegetação mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'BRS Imperial' com fertilização completa em solução nutritiva. (Tabela 1).

Os menores teores foliares de K registrados pelas fontes Ekosil Plus ®, Hum-I-Solve®, Cinza e Vinhaça em relação à fonte Cloreto de potássio pode estar relacionado ao tempo de liberação dos nutrientes no solo em função das características físicas e químicas das fontes (Tabela 1). Dentre os materiais oriundos de rochas como fertilizantes potássicos que contêm minerais primários com elevados teores de K, esses minerais como os silicatos, feldspatos alcalinos, feldspatoides são considerados fontes em potencial com K em sua estrutura, mas na forma insolúvel e com liberação lenta do K na solução do solo (Nascimento e Loureiro, 2004). O mesmo processo pode se sustentar frente às fontes de fertilizantes alternativas de origem orgânica que também liberam gradualmente os nutrientes, diferente dos fertilizantes sintéticos que apresentam liberação rápida, os de origem orgânica dependem da

mineralização para disponibilizarem ao longo do tempo, o que pode melhorar o aproveitamento e aumentar a fertilidade do solo (Gliessman, 2000; Kai et al., 2021).

Houve diferença significativa nas plantas que receberam o tratamento com Cloreto de potássio apresentando as maiores médias para as variáveis de produtividade com 35,86 ton. ha⁻¹, massa do fruto sem coroa com 1011,46 g e massa do fruto inteiro com 1086 g (Tabela 2). Contudo, variáveis que interferem no crescimento das plantas são preponderantes no cultivo de abacaxizeiro no campo, pois há correlação positiva entre tamanho da planta (Massa de folha 'D') e a massa dos frutos (Py et al., 1984). Sendo assim, a produtividade está diretamente relacionada a aspectos do manejo nutricional, época de plantio, cultivar, uso de irrigação, tipo de muda (Sampaio et al., 2011).

Tabela 2: Características de produtividade dos frutos de 'BRS Imperial', Massa do Fruto Inteiro, do Fruto sem Coroa, Rendimento do Suco com sete fontes de fertilização potássica, em São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

Tratamento	Produtividade (t ha⁻¹)	Massa do fruto sem coroa (g)	Massa do fruto inteiro (g)	Rendimento de suco (%)
Controle	32,04 ab	899,58 b	970,89 b	32,4 ab
KCL	35,86 a	1011,46 a	1086,82 a	27,6 ab
Ekosil Plus ®	28,77 bc	795,52 cd	871,85 cd	40,3 a
Hum-I-Solve ®	29,26 bc	822,67bcd	886,75bcd	29,0 b
K ₂ SO ₄	26,92 c	744,00 d	815,82 d	34,0 ab
Cinza	29,74 bc	831,23bcd	901,19bcd	31,0 ab
Vinhaça	30,72 bc	855,76 bc	931,12 bc	36,0 ab
Média	30,47	851,46	923,49	32,85
CV (%)	6,38	7,00	6,38	13,03

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 verifica-se que a massa do fruto inteiro das plantas que foram fertilizadas com Cloreto de potássio foi superior aos demais tratamentos, seguido do tratamento Controle que não diferiu dos tratamentos Vinhaça, Cinza, Hum-I-Solve ® e próximo dos padrões aceitos pelo mercado com ao menos 900 g de massa (Hortiescolha, 2021) e dos 926 g registrado por Caetano et al. (2015), na mesma faixa do registrado por EMBRAPA (2016) 800 a 1200 g em sistema orgânico de produção, contudo superior aos 670 g registrados por Sampaio et al. (2011). O crescimento do fruto está interligado ao fornecimento de K para a planta (Teixeira et al., 2011).

A massa média do fruto inteiro ficou abaixo do registrado para o 'BRS Imperial' na Bahia com 1792 g durante a seleção do "BRS Imperial" (Cabral e Matos, 2009) e

por Ramos et al. (2009) em avaliação sem e com K, com frutos de 1,150 e 1,535 g (fruto inteiro). Mesmo que a massa média de frutos seja de 923,49 g, frutos com peso acima de 700 g têm sido vendidos por preços (por Kg) acima do alcançado pelo cultivar Pérola no mercado do estado de São Paulo (EMBRAPA, 2016). Frutos de menor tamanho atendem à demanda do mercado externo e por estarem abaixo de 1,0 kg, podem ser consumidos rápido e assim evitar perdas.

As características físicas do fruto estão diretamente relacionadas ao estágio de desenvolvimento da planta, como a massa da folha e o comprimento que apresentam correlação positiva com a massa do fruto (Caetano et al., 2013) e ainda as médias registradas na massa dos frutos podem estar relacionadas às irrigações ministradas, o tipo de amostragem dos frutos para representar sua massa ou do tipo de muda utilizada (Oliveira et al., 2015). No trabalho de Rios et al. (2018) ficou constatado que a qualidade dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial' tem relação direta com o aumento na dose de K_2O , assim os autores observaram que a dose de K_2O estimada em 410 kg ha^{-1} proporcionou acréscimos na massa da infrutescência.

Os valores médios de massa do fruto encontrados podem estar relacionados com a época da indução floral, as condições edafoclimáticas e os teores de N ao longo do ciclo. A influência direta da disponibilidade ideal de N para o abacaxizeiro foi verificada por Caetano et al. (2013), pois ao aplicarem doses crescentes de N proporcionou maior comprimento e massa da folha "D", valores superiores de diâmetro, comprimento, massa do fruto e conseqüentemente maior produtividade do abacaxizeiro Vitória, com produtividade máxima alcançada de $65,0 \text{ t ha}^{-1}$. A produtividade média alcançada de $30,47 \text{ t ha}^{-1}$ no abacaxizeiro 'BRS Imperial' ficou acima do registrado para a cultivar em sistema orgânico de produção por EMBRAPA (2016) com $24,7 \text{ t ha}^{-1}$ e superior à média nacional para a cultura do abacaxizeiro que é de 28 t ha^{-1} (IBGE, 2021; FAO, 2021).

A fertilização das plantas de 'BRS Imperial' com Cloreto de potássio proporcionou valores médios superiores de produtividades com $35,86 \text{ t ha}^{-1}$ em relação às demais fontes de K. O menor valor de produtividade foi registrado pelas plantas de 'BRS Imperial' que foram submetidas ao tratamento com K_2SO_4 , muito embora, não tenha diferido em relação à produtividade das plantas de 'BRS Imperial' submetidas à fertilização com tratamentos Vinhaça, Cinza, Ekosil Plus® (Yoorin)® e Hum-I-Solve® (Tabela 2). Segundo EMBRAPA (2016) que trabalharam com a 'BRS Imperial' em sistema orgânico a densidade de plantas por hectare influencia no

tamanho dos frutos e conseqüentemente na produtividade por hectare e indicaram o cultivo em sistema de fileiras duplas em densidade de 35,710 plantas ha⁻¹ (1,0m x 0,40m x 0,40m).

Para a variável rendimento do suco as plantas de 'BRS Imperial' que receberam a fertilização com Ekosil Plus ® atingiram valores superiores aos demais tratamentos, alcançando na massa do suco valores de 351,979 g e 40,3% de rendimento do suco. Estudos realizados por Miguel et al. (2007) concluíram que 3/4 dos consumidores brasileiros entrevistados tem preferência pelo consumo *in natura* de abacaxi, mesmo assim existe potencial de crescimento para fornecimento à indústria. Esse valor superior de rendimento de suco nos frutos da 'BRS Imperial' que receberam fertilização com o Ekosil Plus ® pode indicar um potencial dessa fonte na produção de frutos de abacaxi 'BRS Imperial' para indústria de suco. Nesse sentido, os frutos de 'BRS Imperial' sem a coroa podem ser uma opção de comercialização para indústria de suco e ainda proporcionaria nova opção de muda sadia e viável para implantação de um novo cultivo já que a coroa pode ser uma alternativa de muda (Santos et al., 2011). O menor valor alcançado na massa do suco com 256,3 g e 29,0% rendimento de suco foi com o tratamento Hum-I-Solve ® (Tabela 2).

Na característica de comprimento do fruto sem coroa e diâmetro do fruto não houve diferença estatística significativa nas fontes, sendo que o comprimento do fruto sem coroa ficou com 12,79 cm e o diâmetro do fruto de 96,98 mm na média dos tratamentos, resultados estes superiores aos encontrados por Rios et al. (2018) com 9,0 cm e 84,20 respectivamente e diferente dos resultados demonstrado por Oliveira et al. (2015). Esses últimos autores estudaram o efeito de doses de N e K nas características químicas do solo, nos teores foliares de nutrientes e nas variáveis de produção de um cultivo de 'BRS Imperial' e concluíram que a adubação com K influenciou apenas na relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto. O K é importante para a qualidade da infrutescência, com melhores valores médios de sólidos solúveis, melhor acidez e por conseqüência melhor qualidade sensorial (Spironello et al., 2004; Guarçoni et al., 2011).

As características químicas de qualidade dos frutos de 'BRS Imperial' são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Características de qualidade dos frutos de 'BRS Imperial', pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e vitamina C do suco em frutos de abacaxizeiro com sete fontes de fertilização potássica, em São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

Tratamento	Acidez titulável (g 100 mL ⁻¹ de suco)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Vitamina C (mg 100 mL ⁻¹)	pH	SS/AT
Controle	0,74 ab	20,4 a	19,09 a	4,03 a	31,35 a
KCL	0,79 a	18,5 a	23,44 a	3,72 c	32,53 a
Ekosil Plus ®	0,69 ab	18,7 a	21,50 a	4,02 ab	30,14 a
Hum-I-Solve ®	0,61 b	19,8 a	19,30 a	4,02 ab	27,67 a
K ₂ SO ₄	0,64 ab	19,2 a	22,57 a	3,99 ab	30,06 a
Cinza	0,61 b	19,1 a	24,26 a	3,90 abc	27,80 a
Vinhaça	0,61 b	18,1 a	23,47 a	3,79 bc	23,33 a
Média	0,67	19,11	21,94	3,92	28,98
CV (%)	11,37	7,55	14,23	3,70	14,72

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Observa-se que as variáveis pH e acidez titulável (AT) foram influenciadas pelos tratamentos e as variáveis sólidos solúveis (SS), vitamina C e relação SS/AT não foram influenciadas pelos tratamentos. Os valores de acidez titulável foi maior quando o abacaxizeiro 'BRS Imperial' foi fertilizado com Cloreto de potássio, com valores de 0,79 g de ácido cítrico 100 mL⁻¹ de suco (Tabela 3), mas não diferiu dos tratamentos controle, Ekosil Plus ® e K₂SO₄.

A tendência de aumento na ATT sobre o efeito da fertilização com K, em especial com Cloreto de potássio, também foi registrada por Gaggio et al. (2009) na cultivar 'Smooth Cayenne'. De modo geral, os menores valores médios de ATT no suco de 'BRS Imperial', no presente estudo, foram alcançados no suco dos frutos em que as plantas receberam as fontes de K que proporcionaram menores teores foliares de K (Tabela 1). Menores valores médios de ATT também foram registrados por Cunha et al. (2019) em frutos de abacaxizeiros 'Vitória' com deficiência de K, o que pode estar relacionado ao efeito dos íons potássio na regulação osmótica, na ativação enzimática dentro da célula e na formação de ligações eletrostáticas com os grupos carboxílicos de ácidos orgânicos, como o ácido cítrico (Taiz et al., 2017).

O K tem influência na qualidade dos frutos de abacaxizeiro (Caetano et al., 2013). Os frutos considerados ideais no mercado têm altos valores de sólidos solúveis (açúcar) e sua ATT em valores moderados para o consumo *in natura*, pois maiores valores de sólidos solúveis estão relacionados com a doçura das frutas,

considerada uma das prioridades para aceitação do consumidor brasileiro (Miguel et al., 2007). Para a produção de suco quanto maior o valor de sólidos solúveis dos frutos, menos frutos serão utilizados para produção (Negreiros et al., 2008).

A acidez, causada pelos ácidos orgânicos, é uma característica importante no que se refere ao sabor de muitas frutas. Observa-se na Tabela 3 que a variável pH no suco do abacaxizeiro 'BRS Imperial' foi maior no tratamento Controle com valor médio de 4,03, muito embora não tenha diferido dos tratamentos Ekosil Plus®, Hum-I-Solve® e K₂SO₄. O abacaxizeiro 'BRS Imperial' fertilizado com Cloreto de potássio proporcionou o menor valor médio de pH, 3,72, contudo não diferindo da Vinhaça, Ekosil Plus®, Hum-I-Solve® e Cinza. O baixo valor de pH nos frutos de 'BRS Imperial' pode estar relacionado à acumulação de ácidos orgânicos, cujos valores são representados pela AT e Vitamina C, em razão do comprometimento da síntese de proteínas.

Os sólidos solúveis (°Brix) não foram influenciados pelos tratamentos apresentando valor médio de 19,11 °Brix (Tabela 3). Esses valores estão na mesma faixa registrado por EMBRAPA (2016) no cultivo de 'BRS Imperial' em sistema orgânico e estão acima do ideal recomendado para a comercialização no mercado de frutos de abacaxi *in natura* no Brasil, sendo o mínimo exigido de 12°Brix (Brasil, 2002).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis vitamina C e razão sólidos solúveis/acidez (SS/ATT), com valor médio de 21,94 e 28,98, respectivamente (Tabela 3). Os valores encontrados no presente trabalho de SS/ATT são inferiores aos encontrados por EMBRAPA (2016), 38 a 40, que trabalharam com 'BRS Imperial' em sistema orgânico de produção. Segundo Ramos et al. (2010) à medida que os frutos se desenvolvem e inicia sua maturação os valores de qualidade do fruto como pH, SS, relação SS/AT tendem a aumentar e ser inversamente proporcional aos valores de Vitamina C.

As características de qualidade dos frutos são essenciais para que os frutos de abacaxi se adequem às exigências do mercado e para que se atendam aos requisitos ideais de SS, AT, Vitamina C, a fertilização mineral é essencial (Amorim et al., 2015). A participação do K está diretamente associada à qualidade do suco do fruto de abacaxi, contudo pode variar em função das cultivares e suas exigências nutricionais distintas (Ramos et al., 2010; Guarçoni e Ventura, 2011; Caetano et al., 2013; Oliveira et al., 2015; Rios et al., 2018).

CONCLUSÕES

O fertilizante Cloreto de potássio proporcionou maior valor de massa de frutos, sem coroa, maiores valores de massa de frutos inteiros e maior produtividade 35,86 t ha⁻¹ de frutos de 'BRS Imperial'.

O fertilizante Cloreto de potássio proporcionou maior acidez titulável e menor pH no suco dos frutos do abacaxizeiro 'BRS Imperial'.

O fertilizante Ekosil Plus ® proporcionou maior rendimento de suco nos frutos do abacaxizeiro 'BRS Imperial'.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade de crescimento profissional e à Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo financiamento.

REFERÊNCIAS

- Agrobiológica. Ficha do produto. Agrobiológica-SoluçõesNaturais. <http://www.agrobiologica.com.br/https://www.agrobiologica.com.br/wpcontent/uploads/2015/08/ficha-tecnica-humisolve-po-concentrado.pdf>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2021.
- Amorim, D. A. D., Rozane, D. E., Souza, H. A. D., Modesto, V. C., Natale, W. (2015). Adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras 'Paluma': I. Efeito na produtividade e na qualidade dos frutos para industrialização. Revista Brasileira de Fruticultura, 37:201-209. DOI <https://doi.org/10.1590/0100-2945-051/14>.
- AOAC (2016) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists, 20:1115.

- ANDA (2021) Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes. Associação Nacional para difusão de adubos. Disponível em: <http://anda.org.br/>. São Paulo. Acesso em: 29 de agosto de 2021.
- Bang, T. C., Husted, S., Laursen, K. H., Persson, D. P., Schjoerring, J. K. (2021) The molecular-physiological functions of mineral macronutrients and their consequences for deficiency symptoms in plants. *New Phytologist*, 229:2446-2469. DOI <https://doi.org/10.1111/nph.17074>.
- Barreto, C. F., Antunes, L. E. C., Toselli, M., Baldi, E., Sorrenti, G., Quartieri, M. (2021) Organic fertilization and crop load in yield and quality of organic nectarines in Italy. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43:1-13 DOI <https://doi.org/10.1590/0100-29452021016>.
- Bebé, F. V., Rolim, M. M., Pedrosa, e. M. R., Silva, G. B., Oliveira, V. S. (2009) Avaliação de solo sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13:781-187.
- Brasil, Ministério da Agricultura Agropecuária e Abastecimento (2002). Regulamentos técnicos de identidade e de qualidade para a classificação de abacaxi, uva fina de mesa e uva rústica: 1. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/actiondetalhaAto.do?method=visualizarAt oPortalMapa&chave=661183307>. Acesso em: 10 mar. 2021.
- Brasil. (2011) Instrução normativa. nº 46: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p.8.a.
- Brunetto, G., Ernani, P. R., Melo, G. W. B., Nava, G. (2016) Frutíferas: (IN) Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 189-232.
- Cabral, J.R.S., Matos, A.P. (2009) De 'Imperial', a new pineapple cultivar resistant to fusariosis. *Acta Horticulturae*, 822:47-50.

- Caetano, L. C. S., Ventura, J. A., Balbino, J. M.S. (2015) Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37:404-409. DOI <https://doi.org/10.1590/0100-2945-117/14>.
- Caetano, L.C.S., Ventura, J.A., Costa, A.F.S., Guarçoni, R.C. (2013) Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi 'Vitória'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35:883-890. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000300027>.
- Canellas, L. P., Velloso, A. C. X., Marciano, C. R., Ramalho, J. F. G. P., Rumjanek, V. M., Rezende, C. E., Santos, G. D. A. (2003) Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:935-944. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000500018>.
- Carrijo, O.A., Vidal, M.C., Reis, N.V.B., Souza, R.B., Makishima, N. (2004) Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, 22:05-09. DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000100001>.
- Crestani, M., Barbieri, R. L., Hawerth, F. J., De Carvalho, F. I. F., de Oliveira, A. C. (2010) Das Américas para o Mundo-origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. *Ciência Rural*, 40:1473. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000600040>.
- Cunha, G.A.P. da., Cabral, R.S.C. (1999) Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: Cabral, J.R.S., Souza, L.F. da S. O abacaxizeiro - cultivo, agroindústria e economia. 3. ed. Brasília, Embrapa/Mandioca e Fruticultura, p.15-51.
- Cunha, J. M., Freitas, M. S. M., Caetano, L. C. S., Carvalho, A. J. C. D., Peçanha, D. A., Santos, P. C. D. (2019) Qualidade de frutos de abacaxizeiro 'Vitória' sob deficiência de macronutrientes e boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41:5. DOI <https://doi.org/10.1590/0100-29452019080>.

Cunha, J.M., Freitas, M.S.M., Carvalho, A.J.C.D., Caetano, L.C.S., Vieira, M.E., Peçanha, D.A. (2021) Adubação potássica na qualidade de frutos de abacaxizeiro. Revista Brasileira de Fruticultura, 43:5. DOI <https://doi.org/10.1590/0100-29452021018>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (2016) Plantio e densidade populacional para as cultivares de abacaxi Pérola e 'BRS Imperial' em sistema orgânico de produção na região de Lençóis, Chapada Diamantina-BA: 120 C. Cruz das Almas-BA, 4p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA (2020). Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn08zc7m02wx5ok0liq1mqw825isw.html>. Acesso em: 08 de junho de 2021.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (2021). Sistema de Produção Integrada para a Cultura do Abacaxi no estado do Tocantins Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2021.

Epstein, E., Bloom, A. J. (2006) Nutrição mineral de plantas: Princípio e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 403p.

FAO (2021) Pineapples. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 17/06/2021.

Fernandes, F. R. C., Luz, A. B. D., Castilhos, Z. C. (2010) Agrominerais para o Brasil. CETEM/MCT, 2010. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/471>.

Freire, L.R., Balieiro, F.C., Zonta, E., Anjos, L.H.C., Pereira, M.G., Lima, E., Guerra, J.G.M., Ferreira, M.B.C., Leal, M.A.A., Campos, D.V.B., Polidoro, J.C. (2013) Manual de Calagem e Adubação do estado do Rio de Janeiro. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 430p.

Gliessman, S.R. (2000) Agroecologia: processos ecológicos na agricultura sustentável. Boca Raton: Lewis Publishers, 357 p. Disponível em: <https://aspta.org.br/files/2014/10/P%C3%BAblica%C3%A7%C3%B5es3.pdf>.

Guarçoni, A., Ventura, J. A. (2011) Adubação NPK e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi 'gold'(md-2). Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:1367-1376. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000400031>.

Hiroce, R., de Carvalho, A. M., Bataglia, O. C., Furlani, P. R., Furlani, A. M., Gallo, J. R. (1997) Composição mineral de frutos tropicais na colheita. Bragantia, 36:155-163. DOI <https://doi.org/10.1590/S0006-87051977000100014>.

Hortiescolha. Programa de políticas públicas de orientação de compras de frutas e hortaliças frescas, CEAGESP-Central de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2021. <https://ceagesp.gov.br/hortiescolha/hortipedia/abacaxi-2/>. Acesso em 02 de janeiro de 2021.

IBGE (2020) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457#resultado>>. Acesso em:18 de junho de 2021.

IBGE (2022) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 04 de novembro 2022.

Jobbágy E.G., Jackson R.B. (2001) The distribution of soil nutrients with depth: global patterns and the imprint of plants. Biogeochemistry, 53:51-77. DOI <https://doi.org/10.1023/A:1010760720215>.

Kai, T., Adhikari, D. (2021) Efeito da aplicação de fertilizantes orgânicos e químicos no teor de nutrientes em macieira e na condição do solo do pomar. Agricultura, 11:340p.

- Lacoeuilhe, J.J. Ananas. (1984) IN: Martin-Prével, P.; Gagnard, J., Gautier, P. (Ed.). L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Paris: Tec e Doc. p.675-694.
- Liu, Y. (2012) Influências da adição de esterco orgânico na maturação e qualidade de frutos de abacaxizeiro amadurecidos no inverno. *Jornal de ciência do solo e nutrição de plantas*, 12:211-220.
- Malavolta, E., Vitti, C.G., Oliveira, S.A. de. (1997) Avaliação do Estado Nutricional das Plantas, princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 319p.
- Malavolta, E., Usherwood, N.R. (1984) Adubos e adubação potássica. 5.ed. Piracicaba: Instituto da Potassa, 56p.
- Marschner, H. (2012) Nutrição mineral de plantas superiores. Austrália: University of Adelaide, 3ed, 651p.
- Miguel, A. C. A., Spoto, M. H. F., Abrahão, C., Silva, P. P. M. D. (2007) Aplicação do método QFD na avaliação do perfil do consumidor de abacaxi 'Pérola'. *Ciência e Agrotecnologia*, 31:563-569. DOI <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200042>.
- Nascente, A.S., da Costa, R.S.C., Costa, J. (2005) Cultivo do abacaxi em Rondônia, Embrapa Online. Acesso em 07 de mar. 2010.
- Nascimento, M., Loureiro, F. E. L. (2004) Fertilizantes e sustentabilidade: o K na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas. Rio de Janeiro, 66p.
- Negreiros, J. R. D. S., Araújo Neto, S. E. D., Álvares, V. D. S., Lima, V. A. D., Oliveira, T. K. D. Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco-Acre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30:431-437, 2008. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200028>.

- Oliveira, A., Gomes, M., Natale, W., Rosa, R. C. C., Junghans, D. T. (2015) Adubação NK no Abacaxizeiro 'BRS Imperial'-I- Efeito no Desenvolvimento e na Floração da Planta. Revista Brasileira de Fruticultura, 37:755-763. DOI <https://doi.org/10.1590/0100-2945-023/14>.
- Onwosi, C.O., Igbokwe, V.C., Odimba, J.N., Eke, I.E., Nwankwoala, M.O., Iroh, I.N., Ezeogu, L.I. (2017) Tecnologia de compostagem na estabilização de resíduos: Sobre os métodos, desafios e perspectivas futuras. Jornal de gestão ambiental, 190:140-157. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.051>.
- Pádua, E.J. (2012) Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Lavras, 91p.
- Paula, F. S. (1999) Arquitetura deposicional do Grupo Bauru (Ks) na região sudoeste do Estado de São Paulo. Simpósio Sobre o el cretácico de America del Sur, 1, Serra Negra: Boletim da Universidade Estadual Paulista, 1:45-49.
- Pereira, A. (2016) Análise Microestrutural do Potencial das Cinzas de Bagaço de Cana-de-açúcar como Material Pozolânico em Compósitos Cimentícios. CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 22, Natal, RN, 3029-3040.
- Pegoraro, R. F., Souza, B. A. M. D., Maia, V. M., Silva, D. F. D., Medeiros, A. C., Sampaio, R. A. (2014) Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'vitória' pineapple plant. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 38:896-904. DOI <https://doi.org/10.14295/cs.v10i3.2604>.
- Pereira, A. M., Assunção, C. C., Guimarães, L. D. M., Malmonge, J. A., Tashima, M. M., E Akasaki, J. L. Análise Microestrutural do Potencial das Cinzas de Bagaço de Cana-de-açúcar como Material Pozolânico em Compósitos Cimentícios. 22º CBECiMat. Natal, RN, Brasil. Disponível em: <http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/204-081.pdf>. Acesso em: 18 de junho de 2020.

Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura- Normas de Classificação do Abacaxi (2003). Centro de Qualidade em Horticultura CQH/CEAGESP. São Paulo. (CQH. Documentos, 24). 2p. Disponível em: http://minas1.ceasa.mg.gov.br/ceasainternet/_lib/file/docagroqcartilhas/ABACAXI.pdf. Acesso em: 12/02/2021.

Py, C., Lacoeyuilhe, J.J., Teison, C. (1987) The pineapple, cultivation and uses. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose, 568p.

Ramos, M. J. M., Monnerat, P. H., Pinho, L. G. D. R., Silva, J. A. D. (2011) Deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro "Imperial": composição mineral. Revista Brasileira de Fruticultura, 33:261-271. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000032>.

Ramos, M. J. M., Monnerat, P. H., Pinho, L. G. D. R., Carvalho, A. J. C. D. (2010) Qualidade sensorial dos frutos do abacaxizeiro 'imperial' cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. Revista Brasileira de Fruticultura, 32:692-699. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000106>.

Rodrigues, A. A., Mendonça, R. M. N., Silva, A. P. D., Silva, S. D. M. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro 'Pérola', em função das relações K/N na adubação. Revista Brasileira de Fruticultura, 35(2), 625-633, 2013. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200035>.

Rodrigues, A.A., Mendonça, R.M.N., Silva, A.P. D., Silva, S.D. M., Pereira, W.E. (2010) Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros 'pérola' e 'Smooth cayenne' no estado da Paraíba. Revista Brasileira de Fruticultura, 32:126-134. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000031>.

Ricce, W. da S., Carvalho, S. L. C., Caramori, P. H., Auler, P. A. M., Roberto, R. S. (2014) Zoneamento agroclimático da cultura do abacaxizeiro no estado do Paraná. Revista Semina: Ciências Agrárias, 35:2337-2346. DOI 10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2337.

- Rios, E. S. C., Mendonça, R. M. N., de Almeida Cardoso, E., da Costa, J. P., de Melo Silva, S. (2018) Quality of 'Imperial' pineapple infructescence in function of nitrogen and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 13:1. DOI <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5499>.
- Römheld, V., Kirkb, E. A. (2010) Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant and Soil*, 335:155-180. DOI. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0520-1>.
- Sampaio, A. C., Fumis, T. D. F., Leonel, S. (2011) Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de Bauru-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33:816-822. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000101>.
- Santos, L.V., Polivanov, H., Alamino, R.C.J., Silva, V.H.G. (2006) Adsorção de cloreto e potássio em solos tropicais. 29:102-121.
- Santos, P. C. D., Jesus Freitas, S. D., Freitas, M. S. M., Sousa, L. B. D., Carvalho, A. J. C. D. (2011) Produção de mudas do tipo rebentão, utilizando coroas de três cultivares de abacaxi inoculadas com fungos micorrízicos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33:954-961. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000091>.
- Sarwar, M. (2012) Effects of potassium fertilization on population buildup of rice stem borers (*Lepidopteron* pests) and rice (*Oryza sativa* L.) yield. *Journal of Cereals and Oil Seeds*, 3:6-9. DOI 10.5897/JCO11.041.
- Sauchelli, V. (1963) *Manual our Fertilizer Manufacture*, 3, Industry Publications, Inc.; Cadwell, New Jersey, chapter IX -Potassic materials in fertilizers.
- Silva, M. A. G., Boaretto, A. E., Muraoka, T., Fernandes, H. G., Granja, F. A., Scivittaro, W. B. (2001) Efeito do nitrogênio e potássio na nutrição do pimentão cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 25:913-922. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000400014>.

- Spironello, A., Quaggio, J.A., Teixeira, L.A.J., Furlani, P.R., Sigrist, J.M.M. (2004) Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26:155-159. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000100041>.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., Murphy, A. (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed Editora, 858p.
- Teixeira, L. A. J., Quaggio, J. A., Cantarella, H.; Mellis, E. V. (2011) Potassium fertilization for pineapple: effects on soil chemical properties and plant nutrition. *Revista Brasileira de Fruticultura*, (33)627-636 DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000200036>.
- Ventura, J. A., Costa, H., Caetano, L. C. S. (2009) Abacaxi 'vitória': uma cultivar resistente à fusariose. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31:931-1023. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000400001>.
- Vitti, N. V. P. (2006) Viabilização do uso da vinhaça concentrada com fertilizantes nitrogenados: aspectos agronômicos e ambientais. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo, USP, Piracicaba-SP, 152p.
- Yang, J., Hu, W., Zhao, W., Chen, B., Wang, Y., Zhou, Z., Meng, Y. (2016) Fruiting branch K⁺ level affects cotton fiber elongation through osmoregulation. *Frontiers in Plant Science*, 7:13. DOI <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00013>.
- Yorin. Yorin Fertilizantes. Disponível em: <<http://www.yorin.com.br/pt/produtos/ekosil>>. Acessado em: 08 de setembro de 2021.
- Zheng, Shuxia., Shangguan, Zhouping. (2007) Spatial patterns of leaf nutrient traits of the plants in the Loess Plateau of China. *Trees*, 21:357-370. <https://doi.org/10.1007/s00468-007-0129-z>.

ARTIGO 2. TEOR DE NUTRIENTE FOLIAR, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DO ABACAXIZEIRO 'BRS IMPERIAL' EM RESPOSTA A FONTES ALTERNATIVAS DE POTÁSSIO.

RESUMO

O abacaxizeiro é cultivado em grande parte do mundo e por encontrar condições favoráveis ao seu desenvolvimento proporciona grande retorno econômico e social aos países tropicais. O Brasil figura como um dos maiores produtores mundiais de abacaxi. Sua produção, em sua grande maioria, é consumida no mercado interno. Visando novos mercados é imprescindível o aumento da produtividade e da qualidade dos frutos livres de resíduos de defensivos. Sendo assim, o aprimoramento do manejo da nutrição das plantas é fundamental, por meio da utilização de fontes alternativas de potássio (K), nutriente diretamente ligado à qualidade do fruto colhido. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores de nutrientes foliares, características de produção e características físico-químicas dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial' em resposta a fertilização com fontes alternativas de K. O experimento foi conduzido no campo, com plantas de porte inicial com 15 cm e o delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo sete fontes alternativas de K, que corresponderam aos tratamentos: 1: Controle (sem adubação potássica adicional); 2: Cloreto de potássio (KCL) na dose de 500 kg ha⁻¹; 3: Ekosil Plus ®(Yoorin) na dose de 3000 l ha⁻¹; 4: Hum-I-Solve ® (pó concentrado) na dose de 0,5 kg ha⁻¹; 5: Sulfato de Potássio (K₂SO₄) na dose de 600 kg ha⁻¹; 6: Cinza de Bagaço de cana-de-açúcar na dose de 25 ton. ha⁻¹; 7: Vinhaça na dose de 2000 L ha⁻¹. Foram avaliadas as características biométricas das folhas das plantas: largura, altura e área foliar, os teores foliares de: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Cu, Mn, Ni e a qualidade dos frutos: massa do fruto inteiro com coroa e sem coroa, produtividade, comprimento do fruto (cm), diâmetro do fruto (cm) massa do fruto inteiro, rendimento do suco, Brix (sólidos solúveis-SS), acidez Titulável (AT) e vitamina C. As fontes K₂SO₄ e Vinhaça mostraram-se mais efetivas em relação à fonte Cloreto de potássio nas características físico-químicas dos frutos de 'BRS Imperial', na relação de Sólidos solúveis e Acidez Total Titulável do suco dos frutos, sendo 44 e 43% superior, respectivamente. O Cloreto de potássio foi mais efetivo na produtividade das plantas do 'BRS Imperial',

contudo o K_2SO_4 e a Vinhaça mostraram-se mais efetivos em relação ao Cloreto de potássio nas características físico-químicas dos frutos, enquanto o Ekosil Plus® (Yoorin) proporcionou maior rendimento de suco. Portanto, essas fontes de fertilizantes mostram-se promissoras para o cultivo do 'BRS Imperial'.

INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) é produzido nos trópicos por encontrar condições favoráveis ao desenvolvimento (Crestani et al., 2010). Em virtude de seu retorno econômico/social proveniente de seus atributos sensoriais, nutricionais o abacaxizeiro é cultivado em todos os países tropicais. Em solo brasileiro é produzido em todos os estados da federação, seus frutos são comercializados no mercado interno e consumidos em sua grande maioria na mesa dos brasileiros (Beling e Filter, 2018).

A cultura do abacaxizeiro, no ano de 2018, atingiu uma produção mundial de aproximadamente 28 milhões de toneladas, em uma área colhida de cerca de um milhão de hectares. O Brasil ocupa a segunda posição mundial em produção de abacaxi, com 2.65 milhões ton. (IBGE, 2021; FAO, 2022).

Para o aumento da produtividade é imprescindível o emprego da fertilização mineral, em geral na cultura do abacaxizeiro os elementos essenciais extraídos durante o ciclo da cultura no crescimento inicial, da formação do fruto até ao ponto de colheita em ordem decrescente são: potássio (K), nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), fósforo (P), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zi), cobre (Cu), boro (B) e molibdênio (Mo) (Py et al., 1987; Hiroce et al., 1997; Pegoraro et al., 2014). Ramos et al. 2011, trabalhando com abacaxizeiro 'BRS Imperial' em vasos, em casa de vegetação, quando as plantas foram fertilizadas com solução nutritiva relatam que os teores foliares das plantas normais e deficientes no início da frutificação foram: N= 14,8 e 9,7; P= 1,23 e 0,67; K= 20,0 e 11,6; Ca: 4,37 e 0,91; Mg= 2,26 e 0,73; S= 1,45 e 0,45 g kg⁻¹ e B= 18,4 e 5,8 mg kg⁻¹.

A exigência nutricional do abacaxizeiro por K é muito alta (Ramos et al., 2011), pois o nutriente está ligado diretamente em processos bioquímicos no metabolismo de carboidratos (Römheld et al., 2010), na manutenção do equilíbrio aniônico-

catiônico celular, atuando na regulação osmótica e no pH, e influencia no turgor celular (Anschutz et al., 2014). O K tem participação na regulação da fotossíntese e na respiração, e sua carência é refletida numa baixa taxa de crescimento (Marschner, 2012). Devido sua alta mobilidade no floema o K é crucial para o transporte de fotoassimilados no floema e sendo assim influencia diretamente nas características do fruto (Cunha, 1999; De Bang et al., 2021).

As plantas deficientes em K tendem a ser mais suscetíveis ao ataque de pragas (Sarwar, 2012) e doenças (Wang et al., 1994), pois o K está ligado à manutenção do turgor celular, o que mantém o vigor das plantas e suas respostas frente às pressões ambientais como a seca e a salinidade (Zorb et al., 2014). Também tem o desenvolvimento radicular prejudicado, pois o crescimento da raiz está diretamente relacionado a um aporte de sacarose no floema, que é impulsionado pelo K e a deficiência do nutriente conseqüentemente acarreta a redução de sacarose no floema e prejudicam o desenvolvimento de tecidos das sementes, grãos e frutos (De Bang et al., 2021).

Para o aprimoramento do manejo da nutrição das plantas em sistema orgânico é fundamental a utilização de fontes com alta disponibilidade de nutrientes e de fácil aquisição. Contudo, é oportuno conhecer a necessidade nutricional de cada cultura, pois é variável a resposta das cultivares a diferentes fontes de fertilizantes (Silva et al., 2020). Sendo assim, é necessário observar a exigência nutricional dentre as cultivares de abacaxizeiro com a fertilização alternativa de K. Observando a importância da fertilização com potássio na cultura do abacaxizeiro para obtenção de alta produtividade e frutos de qualidade superior, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de nutrientes foliares, características de produção e características físico-químicas dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial' em resposta à fertilização com fontes alternativas de K.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com a cultivar 'BRS Imperial', em lavoura comercial, na fazenda Taquarussú, localidade de Imburi, no município de São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro (21°28'S e 41°7'O), Brasil, a 4 m do nível do mar.

Quanto à precipitação pluviométrica aproximadamente 70% das chuvas ocorrem nos meses de outubro a janeiro. Durante o período do experimento foram observadas a temperatura máxima e mínima e a precipitação pluviométrica. As condições climáticas de pluviosidade e temperatura durante o experimento são apresentadas na Figura 1.

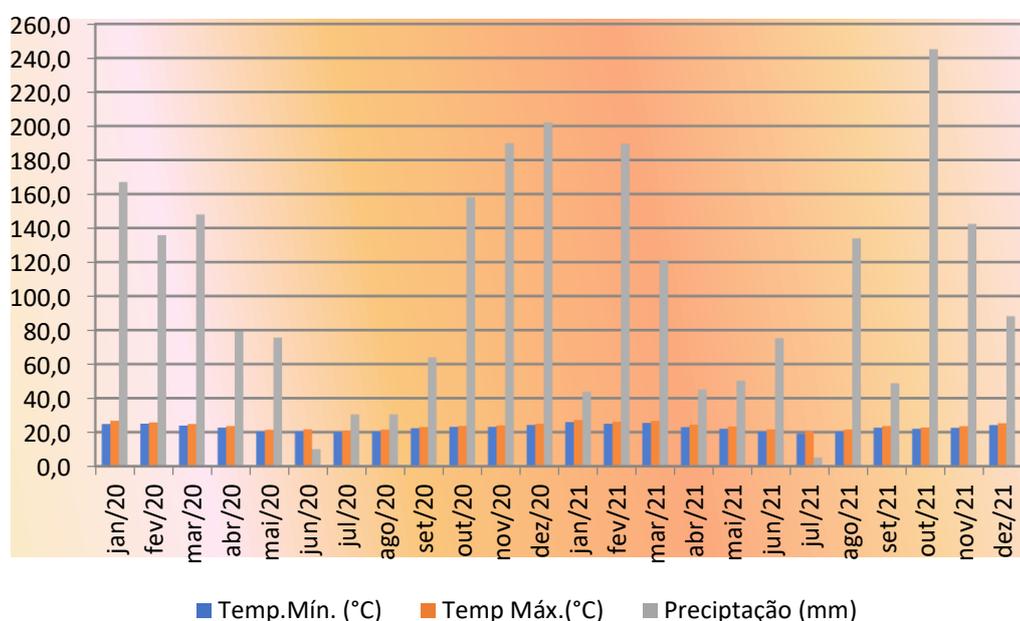


Figura 1: Média mensal de valores mínimos e máximos de temperatura (°C) e pluviosidade (mm) em condições de campo no cultivo de abacaxizeiro 'BRS Imperial', período de janeiro de 2020 a dezembro de 2021. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

Os atributos químicos do solo utilizado para o cultivo do abacaxizeiro 'BRS Imperial' a 20 cm de profundidade foram: pH H₂O: 4.2; P Mehlich¹: 22 mg/dm³; K Mehlich¹: 2.4 mmolc/dm³ ou 93.8 mg dm⁻³; Na 0.24 cmolc/dm³; H+Al: 2.41 cmolc/dm³; Al: 0.65 cmolc/dm³; Ca: 0.48 cmolc/dm³; Mg: 0.25 cmolc/dm³; SB: 1.21 cmolc/dm³; V: 33%; m: 35%; MO: 14.48 g dm⁻³. Em relação aos atributos físicos do solo quanto à granulometria de partículas para o cultivo do abacaxizeiro 'BRS Imperial' foram: Areias totais 750 g/dm³; Argila 130 g/dm³; Silte 120 g/dm³.

Quanto ao delineamento experimental foi adotado o em blocos casualizados, sendo quatro repetições, com sete tratamentos referentes às fontes alternativas de fertilizantes potássicos: Tratamento 1: Controle (sem adubação potássica adicional); Tratamento 2: Cloreto de potássio (KCl) na dose de 500 kg ha⁻¹; Tratamento 3: Ekosil Plus® (Yoorin) na dose de 3.000 l ha⁻¹; Tratamento 4: Hum-I-Solve® (Agrobiológica) (pó concentrado) na dose de 0,5 kg ha⁻¹; Tratamento 5: Sulfato de Potássio (K₂SO₄) na dose de 600 kg ha⁻¹; Tratamento 6: Cinza de bagaço de cana-de-açúcar na dose de 25 ton. ha⁻¹; Tratamento 7: Vinhaça na dose de 2000 L ha⁻¹.

O cultivo das plantas de 'BRS Imperial' iniciou-se em março de 2019, com as plantas medindo na implantação 15 cm de altura. A condução experimental deu-se no período de março de 2020 a dezembro de 2021. Cada unidade experimental foi composta por 52 plantas, sendo 40 plantas úteis, compondo um total de 1120 plantas avaliadas. As plantas foram introduzidas no campo em fileiras duplas, nas dimensões de 0,3m (planta) x 0,4m (linha), 1,50 m entre os canteiros, propiciando uma densidade total de 33 mil plantas ha⁻¹. Utilizou-se o sistema de mulching para proteção do solo dos canteiros, com uso de plástico para diminuição da incidência de plantas daninhas. Efetuou-se a roçada das plantas daninhas nas entrelinhas de cultivo.

O fertilizante Cloreto de potássio (KCL) foi utilizado como fonte de K no tratamento dois, a fonte proporciona de 58 a 62% de K₂O. O Cloreto de potássio é o fertilizante potássico mais empregado na agricultura brasileira, contudo em função de sua alta salinidade e solubilidade não é empregada no cultivo orgânico, devido à solubilidade é facilmente percolado (De Resende et al., 2006).

Como fonte de K utilizou-se no tratamento três o Ekosil Plus®, um fertilizante potássico autorizado em cultivo orgânico, proveniente da moagem de rochas silicatadas de origem vulcânica, proporcionado: 8,0% de K₂O Total, 1,0% de K₂O solúvel em ácido cítrico 2%. Apresenta índice salino de 0,64 e pH=10,0. A ação do Ekosil Plus® (Yoorin) no solo libera gradualmente os nutrientes nos ciclos vegetativos e produtivos da planta (Yoorin, 2020).

No tratamento quatro foi empregada à fonte alternativa Hum-I-Solve®, que é um fertilizante oriundo da extração alcalina da lignita (rocha sedimentar rica em substâncias húmicas). O Hum-I-Solve® é um organomineral e pode ser utilizado na fertirrigação, oferece: hidróxido de potássio a 10%, pH 7,5 a 8,0, carbono orgânico total 40%, seu índice salino é de 20, solubilidade em água a 20°C (100 g L⁻¹) (Agrobiológica, 2020).

O Sulfato de potássio (K_2SO_4) foi empregado no tratamento cinco, fertilizante a base de sulfato de potássio que é permitido no cultivo orgânico, contém entre 45 e 52% de K_2O , 12% de N, 1,5% de Cloro (Cl) e de 15 a 20% de Enxofre (S), pH 6, altamente solúveis em água com 154 a 390g/L (Sauchelli, 1963; Malavolta et al., 2006; Heringer, 2021).

No tratamento seis adotou-se como fonte de K a cinza do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) adquirida na usina da região, um subproduto da produção de etanol (álcool etílico). A cinza do bagaço de cana-de-açúcar utilizada apresentava em média a seguinte constituição: 1,9% de K_2O , 1,5% N e 1,4% de P_2O_5 por kg de cinza. O reaproveitamento de cinzas vegetais pode ser uma alternativa na diminuição do uso de fertilizantes comerciais (Zimmermann e Frey, 2002; Sofiatti et al., 2007).

Utilizou-se no tratamento sete como fonte de K a vinhaça ou vinhoto também um subproduto resultante do processo de produção de etanol, pode ser alternativa, como repositores de nutrientes no solo (de Paula, 1999). A vinhaça utilizada possuía as seguintes características químicas: 0,23 de N; 0,09 de P_2O_5 e 1,01 de K_2O kg/m³ de caldo, pH 4,0.

A aplicação das fontes de K após serem diluídas em água, foi feita ao redor das plantas junto às últimas folhas e no solo, em um total de dez aplicações, sendo seis antes da indução da inflorescência e quatro após a indução da inflorescência.

Para a indução da inflorescência, no dia vinte e dois de julho de 2021, ao final da tarde aplicou-se na roseta foliar solução com carbureto de cálcio a uma concentração de 1 g planta⁻¹, a aplicação foi novamente realizada no dia seguinte em mesmo horário (EMBRAPA, 2017).

Foi aplicado esterco bovino diluído em água como fonte de N ao redor das plantas junto às últimas folhas e no solo, totalizando três doses antes da indução da inflorescência. A dose de esterco bovino totalizou 200 mL e apresentou os seguintes atributos químicos: N: 1,13%; pH em H_2O : 8,8; C.E. 13,9 dS/m; P (P_2O_5) 0,69%. e K_2O : 1,55%.

Coletou-se aleatoriamente a folha "D" das plantas para avaliação da Largura (cm), Altura (cm) e Área Foliar (cm²), em um total de 12 folhas por tratamento, no período anterior a indução da inflorescência. Após as avaliações biométricas, as folhas foram postas em sacos de papel, passaram por processo de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, por 72h, em seguidas trituradas em moinho

de facas do tipo Wiley. Para a determinação dos teores foliares de P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Cu, Mn, Ni as amostras de folhas foram submetidas à digestão de ácido nítrico (HNO₃) concentrado e peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em sistema de digestão aberta e quantificadas em espectrômetro de emissão atômica com fonte de indução de plasma acoplada, modelo ICPE-9000 da marca em Shimadzu®. As amostras de folhas foram submetidas à oxidação pela digestão sulfúrica para determinação do N pelo método de Nessler (Jackson, 1965) e as leituras realizadas com Specord (Analytik Jena).

Para a avaliação da qualidade dos frutos pesou-se o fruto inteiro com coroa e sem coroa com a utilização de uma balança digital. Para obtenção dos dados de comprimento foi utilizada fita métrica de uma extremidade a outra do fruto e para os dados de diâmetro foi utilizado paquímetro digital e verificada na região mediana do fruto.

A coleta dos frutos foi no dia 20 dezembro de 2021, coletou-se 05 frutos por unidade experimental com um total de 20 frutos por tratamento e foi estimada a produção pela massa média dos frutos inteiros por ha a partir da densidade de 33 mil frutos ha⁻¹. O fruto foi descascado, triturado em liquidificador e originou um homogenato que por meio de uma peneira extraiu-se o suco. A massa do suco foi dividida pela massa do fruto inteiro de modo a quantificar o rendimento de suco em %.

Para avaliação das características químicas, os frutos foram colhidos no ponto de coloração externa, segundo a classificação entre Colorido e Amarelo (PBMH, 2003) e foram avaliadas as seguintes características dos frutos: Massa do fruto inteiro, Massa do fruto sem coroa, Massa do suco (rendimento do suco em %), Brix (sólidos solúveis-SS), Acidez Titulável (AT) e no suco dos frutos foi determinada a Vitamina C, empregando-se o método da titulação do suco com a solução de 2,6 dichlophenolindophenol, sal sódio e expressada em mg de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de suco (AOAC, 2016).

A acidez titulável (AT), realizada com hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹, expressa em % de ácido cítrico (g 100 mL⁻¹ de suco). O pH do suco foi determinado com um medidor de pH digital. Por fim, a partir do suco do fruto foram determinados os sólidos solúveis (Brix), utilizando o refratometria com auxílio de um refratômetro digital e calculada a relação SS/AT (Ratio).

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância com comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para isso, foi utilizado o software estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis largura da folha “D”, área da folha “D” (cm²), massa fresca da folha “D” (g), características biométricas do abacaxizeiro ‘BRS Imperial’, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, com valores médios de 4,10 cm; 197,56 cm²; 38,50 g, respectivamente (Tabela 1). O tratamento fertilizado com a Vinhaça proporcionou valores superiores ao fertilizado com Cloreto de potássio para a variável comprimento da folha “D” com valores de 27,32; 25,10 cm, respectivamente. Existe uma relação direta entre as características de desenvolvimento da planta, como comprimento da folha “D”, massa de folha “D”, área foliar da folha “D” com a massa dos frutos (Guarçoni e Ventura, 2011; Silva et al., 2012; Caetano et al., 2013; Oliveira et al., 2015). Ramos et al. (2006) trabalhando com adubação potássica não observaram a influência da fertilização com K no número de folhas.

Os valores médios dos teores foliares de N das plantas de ‘BRS Imperial’ anterior à indução da inflorescência não diferiram entre os tratamentos, com valores médios de 6,26 g kg⁻¹, abaixo do que se relata como ideal para o abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ (Tabela 2). Ramos et al. (2011) trabalhando com abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ e deficiências nutricionais, em solução nutritiva, observaram que no tratamento controle o teor de N, 14,8 kg⁻¹, foi superior aos teores de N nas plantas deficiência 9,7 g kg⁻¹ de N. Os teores foliares de N registrados no presente trabalho foram inferiores ao recomendado para a cultura que seria em torno de 13 g kg⁻¹ (Lacoeuilhe, 1984; Malavolta et al., 1997; Teixeira et al., 2009). Segundo Cunha et al. (2021), o teor foliar de N da folha “D” do abacaxizeiro ‘Pérola’ cultivado no campo, na Fazenda Taquarussú, Imburi foi de 14,4 g kg⁻¹, portanto superior aos teores encontrados no presente estudo.

Tabela 1: Características biométricas do abacaxizeiro 'BRS Imperial', Comprimento da folha "D" (cm), Largura da folha "D", Área da folha "D" (cm²), Massa fresca da folha "D"(g), fertilizado com fontes alternativas de K no estádio antes da indução da inflorescência, em condições de campo, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

Tratamento	Comprimento Folha "D" (cm)	Largura Folha "D" (cm)	Área Folha "D" (cm ²)	Massa Fresca Folha "D" (g)
Controle	26,59 ab	3,98 a	195,52 a	35,91 a
Cloreto de potássio	25,10 b	4,36 a	219,30 a	41,49 a
Ekosil Plus ®	26,03 ab	3,84 a	172,93 a	33,27 a
Hum-I-Solve®	25,40 ab	4,01 a	192,02 a	36,69 a
Sulfato de potássio	25,86 ab	4,32 a	212,21 a	44,92 a
Cinza	26,70 ab	4,06 a	194,24 a	37,83 a
Vinhaça	27,32 a	4,14 a	196,70 a	39,40 a
Média	26,14	4,10	197,56	38,50
CV (%)	3,28	5,68	14,42	14,38

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2: Teores foliares de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, em abacaxizeiro 'BRS Imperial' fertilizado com fontes alternativas de K, no estádio antes da indução da inflorescência, em condições de campo, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro, Brasil.

Tratamento	N	P	K
g Kg ⁻¹			
Controle	6,33 a	1,40 a	20,09 b
Cloreto de potássio	6,54 a	1,49 a	29,15 a
Ekosil Plus ®	6,17 a	1,46 a	18,45 b
Hum I Solve ®	6,29 a	1,51 a	20,36 b
Sulfato de Potássio	6,07 a	1,47 a	29,11 a
Cinza	6,19 a	1,48 a	20,01 b
Vinhaça	6,22 a	1,58 a	21,20 b
Média	6,26	1,48	22,62
CV (%)	11,40	9,07	11,09

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para os teores foliares de P das plantas de 'BRS Imperial' entre aos tratamentos, com o valor médio de 1,48 g kg⁻¹, teores dentro da faixa para a cultura (Tabela 2). Os teores de K nas folhas foram maiores nas plantas fertilizadas com as fontes Cloreto de potássio e K₂SO₄, 29,15 e 29,11 g kg⁻¹, respectivamente. Esses teores são superiores aos encontrados por Ramos et al. (2011) no tratamento com a solução completa em plantas de abacaxizeiro 'BRS Imperial'.

Na Tabela 3 observa-se os teores de Ca, Mg e S nas folhas do abacaxizeiro. Os teores de Ca não diferiram entre os tratamentos, com teores foliares médio de 1,72 g kg⁻¹, inferior aos teores registrados por Ramos et al. (2011) trabalhando com mesma cultivar de abacaxizeiro, mas em solução nutritiva. Quanto aos teores de Mg nas folhas, todos os tratamentos incrementaram os teores de Mg em relação tratamento Controle, com valores de 5,12 a 4,42 g kg⁻¹, no tratamento com Vinhaça e Cloreto de potássio, respectivamente. Esses valores estão acima dos teores encontrados por Ramos et al. (2011) em diferentes épocas de amostragem para a mesma cultivar.

Tabela 3: Teores foliares de Cálcio, Magnésio e Enxofre, em abacaxizeiro 'BRS Imperial' fertilizado com fontes alternativas, no estádio antes da indução da inflorescência, em condições de campo, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

Tratamento	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹		
Controle	1,82 a	1,97 b	1,28 b
KCL	1,62 a	4,42 a	1,47 b
Ekosil Plus ®	1,62 a	4,76 a	1,50 b
Hum-I-Solve ®	1,73 a	5,02 a	1,52 ab
K ₂ SO ₄	1,66 a	4,72 a	2,33 a
Cinza	1,65 a	4,84 a	1,42 b
Vinhaça	1,97 a	5,12 a	1,65 ab
Média	1,72	4,41	1,60
CV (%)	17,65	9,07	21,92

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao teor foliar de Mg das plantas do tratamento controle salienta-se a baixa relação de Ca/Mg do solo inicial com registros de Ca: 0,48 cmolc/dm³ e Mg: 0,25 cmolc/dm³, uma relação aproximada de 2:1, inferior à relação recomendada de 3:1 (Salvador et al., 2011).

O maior teor de S foliar nas plantas de abacaxizeiro 'BRS Imperial' foi observado no tratamento com K₂SO₄, 2,33 g kg⁻¹ de S, superior aos tratamentos Controle, Cinza, Ekosil Plus ® e Cloreto de potássio, com 1,28; 1,42; 1,50; 1,47 g kg⁻¹, respectivamente, muito embora não tenha diferido dos tratamentos Hum-I-Solve ® e Vinhaça (Tabela 2). Ressalta-se que o tratamento com K₂SO₄ proporcionou o um acréscimo de 58% no teor de S foliar em relação ao tratamento com Cloreto de potássio. Todos os tratamentos proporcionaram teores de enxofre dentro dos valores encontrados por Ramos et al. (2011) com mesma variedade de abacaxizeiro.

Na Tabela 4 são apresentados os teores foliares dos micronutrientes B, Zn, Fe, Cu, Mn e Ni em abacaxizeiro 'BRS Imperial'. Observa-se que os teores dos micronutrientes não foram influenciados pelos tratamentos com valores médios de 11,69; 28,13; 51,70; 4,78; 223,01; 1,33 mg kg⁻¹, respectivamente. Os teores médios de Boro estão próximos aos teores de B registrados por Cunha et al. (2020) trabalhando com 'Vitória', cultivado em casa de vegetação e abaixo dos teores encontrados por Ramos et al. (2011) com a mesma cultivar do presente trabalho.

Tabela 4: Teores foliares de B, Zn, Fe, Cu, Mn e Ni em abacaxizeiro 'BRS Imperial' fertilizado com fontes alternativas, no estádio antes da indução da inflorescência, em condições de campo, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

Tratamento	B	Zn	Fe	Cu	Mn	Ni
	mg kg ⁻¹					
Controle	10,32 a	29,51 a	40,49 a	4,73 a	242,50 a	1,61 a
KCL	15,53 a	23,85 a	44,47 a	5,39 a	216,32 a	1,17 a
Ekosil Plus ®	10,52 a	28,00 a	54,55 a	4,16 a	243,51 a	1,18 a
Hum-I-Solve ®	11,25 a	28,53 a	43,36 a	4,66 a	241,29 a	1,18 a
K ₂ SO ₄	11,77 a	28,30 a	49,29 a	4,85 a	177,66 a	1,44 a
Cinza	11,60 a	29,75 a	59,00 a	4,76 a	223,48 a	1,27 a
Vinhaça	10,85 a	29,90 a	70,59 a	4,94 a	216,30 a	1,67 a
Média	11,69	28,13	51,70	4,78	223,01	1,33
CV (%)	23,58	16,34	27,90	17,32	26,87	33,00

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as variáveis diâmetro do fruto e número de mudas não foi observado diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5), com médias de 9,77 cm e 8,59 unidades por planta, respectivamente. Pode-se estimar o rendimento de mudas filhote por ha de cultivo, se considerar a densidade de 33 mil plantas ha⁻¹, logo 33 mil plantas multiplicadas por 8,59 mudas planta⁻¹, ter-se-ia aproximadamente: 283 mil mudas ha⁻¹. Sendo assim, a disponibilidade de mudas de qualidade ao final do ciclo produtivo são a garantia de continuidade na produção de abacaxi, com mudas sadias, aclimatadas e com potencial produtivo. O tratamento com Vinhaça proporcionou o maior comprimento do fruto inteiro, com valores de 27,32 cm, superiores ao tratamento com Cloreto de potássio com 25,11 cm, contudo o tratamento com Cloreto de potássio não diferiu dos demais tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Características biométricas dos frutos do abacaxizeiro 'BRS Imperial', Diâmetro do fruto (cm), Comprimento do fruto com coroa (cm), Diâmetro do cilindro central (cm), Número de mudas filhote (un.), fertilizado com fontes alternativas de potássio, em condições de campo, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

Tratamento	Diâmetro do fruto (cm)	Comprimento fruto c/coroa (cm)	Diâmetro do fruto (cm)	Nº mudas (un. planta⁻¹)
Controle	9,72 a	26,59 ab	1,49 b	8,27 a
KCL	9,60 a	25,11 b	1,67 ab	8,80 a
Ekosil Plus ®	9,97 a	26,03 ab	1,64 ab	8,27 a
Hum-I-Sollve ®	9,63 a	25,40 ab	1,59 ab	8,93 a
K ₂ SO ₄	10,08 a	25,86 ab	1,74 a	9,80 a
Cinza	9,74 a	26,68 ab	1,55 ab	7,93 a
Vinhaça	9,64 a	27,32 a	1,63 ab	8,13 a
Média	9,77	3,28	1,62	8,59
CV (%)	3,18	26,14	5,23	11,00

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o diâmetro do cilindro central o tratamento com K₂SO₄ proporcionou valores superiores ao tratamento controle e não diferiu dos demais tratamentos (Tabela 5). Em virtude de o cilindro central ser a extensão do pedúnculo, quanto maior o diâmetro do pedúnculo maior a capacidade de sustentação do fruto, portanto menores perdas por tombamento do fruto.

As variáveis massa do fruto inteiro, produtividade, rendimento do suco do abacaxizeiro 'BRS Imperial' não foram influenciadas pelos tratamentos e apresentaram valores médios de 853,40 g; 28,16 ton. ha⁻¹, 448,87 g, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6: Características de produção dos frutos do abacaxizeiro 'BRS Imperial', Massa do fruto inteiro (g), Produtividade (ton. ha⁻¹), fertilizado com fontes alternativas de potássio, em condições de campo, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

Tratamento	Massa do fruto inteiro (g)	Produtividade (t ha⁻¹)	Rendimento do suco (g)
Controle	840,00 a	27,71 a	410,91 a
KCL	802,73 a	26,49 a	427,46 a
Ekosil Plus ®	856,78 a	28,27 a	458,01 a
Hum-I-Solve®	821,34 a	27,10 a	430,72 a
K ₂ SO ₄	938,17 a	31,00 a	496,82 a
Cinza	860,50 a	28,40 a	456,48 a
Vinhaça	854,31 a	28,20 a	461,63 a
Média	853,40	28,16	448,87
CV (%)	10,93	10,93	10,77

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A massa do fruto inteiro não foi influenciada pelos tratamentos, com valores médios de 853,40 g (Tabela 6), valores abaixo das exigências do mercado que é de 900 g de massa (Hortiescolha, 2021), contudo na mesma escala registrado por EMBRAPA (2016) de 800 a 1200 g em sistema orgânico de produção. Cabe ainda destacar que foram colhidos frutos na área experimental com até 1600 g.

Pelas normas de classificação de abacaxi do Centro de Qualidade de Horticultura (PBMH, 2003), para consumo *in natura* os frutos devem apresentar no mínimo de 900 a 1.200 g para serem comercializados, e para o mercado externo a massa do abacaxi deve apresentar-se entre 700 e 2.300 g. Os frutos com massa menor que 700 g e/ou muito grandes apresentam baixo valor comercial para o consumo *in natura*, no entanto, podem ser beneficiados na indústria de sucos ou doces (Vilela et al., 2015).

Esses valores de massa do fruto podem ter relação com período de indução da inflorescência, as condições climáticas, o baixo teor de N e associado à ausência de irrigação. Segundo Caetano et al. (2013), a adição de doses crescentes de N proporcionou maior comprimento e massa da Folha "D", valores superiores de diâmetro, comprimento, massa do fruto e proporcionalmente maior produtividade do abacaxizeiro 'Vitória'. Contudo, salienta-se que a produtividade encontrada de 28,16 ton. ha⁻¹ está acima registrado para a cultivar em sistema orgânico de produção por EMBRAPA (2016) com 24,7 t ha⁻¹.

No rendimento médio de suco extraído por fruto, observa-se o quanto representa em relação ao valor médio da massa do fruto inteiro, um rendimento

aproximado de 50% de suco. Esse rendimento de suco reforça a aptidão do 'BRS Imperial' que possui características sensoriais tanto para o consumo *in natura*, como para a indústria (Cabral e Matos, 2009).

A qualidade do fruto é definida pelos atributos sensoriais, nutritivos e de segurança alimentar, no entanto, o padrão exigido é variável em função do mercado. Na Tabela 7 pode-se observar as variáveis de qualidade dos frutos do abacaxizeiro 'BRS Imperial', Acidez Total Titulável (g de ácido cítrico 100 mL^{-1} de suco), Sólidos Solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), Vitamina C (mg 100 mL^{-1}) e SS/AT.

Para as variáveis sensoriais dos frutos do 'BRS Imperial' destaca-se a superioridade do tratamento com a fonte Cloreto de potássio na Acidez Total Titulável (ATT), onde foi registrado o valor de 0,70 g de Ácido cítrico 100 mL^{-1} de suco, ficando acima dos 0,55 g de Ácido cítrico 100 mL^{-1} observados no tratamento com K_2SO_4 , contudo os valores do tratamento com Cloreto de potássio não foram diferentes dos demais tratamentos. Resultados estes que acompanham o maior teor foliar de K registrado na aplicação da fonte com Cloreto de potássio (Tabela 7). Esses resultados superiores de Cloreto de potássio na Acidez Total Titulável também foram registrados na literatura como tendência no aumento na ATT sob o efeito da fertilização com K por Gaggio et al. (2009).

Tabela 7: Características de qualidade dos frutos do abacaxizeiro 'BRS Imperial', Acidez Total Titulável (g de Ácido cítrico 100 mL^{-1} de suco), Sólidos Solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), Vitamina C (mg 100 mL^{-1}) e SS/AT, fertilizado com fontes alternativas de potássio, em condições de campo, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

Tratamento	Acidez titulável (g de Ácid. Cítrico 100 mL^{-1} de suco)	Sólidos Solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$)	Vitamina C (mg 100 mL^{-1})	SS/ATT
Controle	0,57 ab	17,91 b	10,22 abc	31,90 ab
KCL	0,70 a	18,27 ab	12,17 a	26,51 b
Ekosil Plus®	0,64 ab	19,80 ab	9,59 bc	31,95 ab
Hum-I- Solve®	0,57 ab	19,40 ab	9,30 c	34,53 ab
K_2SO_4	0,55 b	20,81 a	10,64 abc	38,09 a
Cinza	0,57 ab	19,46 ab	11,99 ab	34,73 ab
Vinhaça	0,52 b	19,83ab	11,09 abc	38,04 a
Média	0,59	19,35	10,71	33,68
CV (%)	12,50	6,01	9,72	13,15

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em se tratando de qualidade dos frutos, os teores de Sólidos solúveis do suco registrados de 20,81 °Brix, no tratamento com K_2SO_4 destacou-se ao superar os valores médios no suco das plantas do tratamento Controle, embora não tenha diferido dos demais tratamentos (Tabela 7). As preferências do consumidor influenciam nas determinações, regulamentações para o oferecimento ao mercado de frutos *in natura*. Os teores médios de sólidos solúveis do suco do 'BRS Imperial' deste estudo estão acima dos 12 °Brix preteridos na legislação brasileira e acima dos 17,5% registrados para o 'BRS Imperial' (Brasil, 2002; Cabral e Matos, 2009). Na medida em que aumenta a quantidade de Sólidos solúveis do suco de abacaxi, diminui-se a quantidade de frutos utilizados para processamento de suco na indústria (Negreiros et al., 2008). A relação entre a ATT e os Sólidos solúveis são o que balanceiam a acidez e a doçura dos frutos e vão determinar a aceitação pelo consumidor (Miguel et al., 2007).

Na relação SS/ATT os tratamentos com K_2SO_4 e Vinhaça proporcionaram valores superiores ao Cloreto de potássio, no entanto, não diferiram dos demais com: 38,09 e 38,04, respectivamente. Os valores médios de SS/ATT encontrados neste estudo são similares aos registrados por EMBRAPA (2016) em cultivo orgânico de produção do "BRS Imperial" e acima dos 27,5 encontrados por Cabral e Matos (2009). Na proporção que os frutos avançam em desenvolvimento para maturação, os valores de qualidade do fruto como pH, SS, relação SS/AT tendem a aumentar e podem ser inversamente proporcional aos valores de Vitamina C, que diminuem (Ramos et al., 2010). O valor médio de 12,17 mg 100 mL⁻¹ de suco de Vitamina C observado nos frutos das plantas que receberam o tratamento com Cloreto de potássio superou o valor de 9,30 de Vitamina C registrado no suco dos frutos de 'BRS Imperial' que receberam o tratamento com Hum-I-Solve ® e diferem do registrado na literatura de 29, 02 (mg 100 mL⁻¹ de suco) (Cabral e Matos, 2009).

Avaliando as características de qualidade do suco dos frutos de 'BRS Imperial' deste estudo, verifica-se que os frutos apresentam altos teores de SS e baixa ATT, baixa relação SS/ATT. Segundo Renhardt et al. (2004), avaliando o suco de abacaxi Pérola em Cruz das Almas, Bahia, o suco dos frutos pequenos apresentaram maiores teores de SST e ATT e menores de SST/AT e Vitamina C e registraram-se nos frutos coloridos os maiores valores de SS e SS/ATT e menores valores de ATT e Vitamina C em detrimentos dos frutos verdes. Portanto, as características do

suco dos frutos do 'BRS Imperial' avaliados, podem estar relacionadas ao tamanho do fruto e correlacionado ao ponto de colheita.

CONCLUSÕES

Em relação às características de produção das plantas as fontes de K foram efetivas e proporcionou uma produtividade média de 28,16 t ha⁻¹ e mostram-se promissoras quanto ao seu emprego ao longo do tempo, com maior frequência de aplicação e com a possibilidade de utilização em conjunto.

As fontes de Sulfato de potássio e Vinhaça mostraram-se mais efetivas em relação à fonte Cloreto de potássio nas características físico-químicas dos frutos de 'BRS Imperial', na relação de Sólidos solúveis e Acidez Total Titulável do suco dos frutos, com respostas a aplicação da fonte de 44 e 43% superior, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade de crescimento profissional e à Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo financiamento.

REFERÊNCIAS

Agrobiológica. (2020) Ficha técnica do produto. Agrobiológica - Soluções Naturais. Disponível em: <http://www.agrobiologica.com.br/https://www.agrobiologica.com.br/wpcontent/upload>

s/2015/08/ficha-tecnica-humisolve-po-concentrado.pdf. Acesso em: 08 de junho de 2020.

Anschütz, U., Becker, D., Shabala, S. (2014) Going beyond nutrition: regulation of potassium homeostasis as a common denominator of plant adaptive responses to environment. *Journal of plant physiology*, 171:670-687. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.01.009>.

Bang, T. C., Husted, S., Laursen, K. H., Persson, D. P., Schjoerring, J. K. (2021) The molecular-physiological functions of mineral macronutrients and their consequences for deficiency symptoms in plants. *New Phytologist*, 229:2446-2469. DOI <https://doi.org/10.1111/nph.17074>.

Crestani, M., Barbieri, R. L., Hawerth, F. J., De Carvalho, F. I. F., de Oliveira, A. C. (2010) Das Américas para o Mundo-origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. *Ciência Rural* 40:1473-1483. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000600040>.

Cunha, G.A.P. da., Cabral, R.S.C. (1999) Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: Cabral, J.R.S., Souza, L.F. da S. O abacaxizeiro - cultivo, agroindústria e economia. 3. ed. Brasília, Embrapa/Mandioca e Fruticultura, p.15-51.

De Resende, Á. V., De Souza Martins, É., De Oliveira, C. G., De Sena, M. C., Machado, C. T. T., Kinpara, D. I., De Oliveira Filho, E. C. (2006) Suprimento de K e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. *Revista Espaço e Geografia*, 9:1.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (2016) Plantio e densidade populacional para as cultivares de abacaxi Pérola e ‘BRS Imperial’ em sistema orgânico de produção na região de Lençóis, Chapada Diamantina-BA: 120. Cruz das Almas-BA, 4p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA (2020). Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível

em:<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn08zc7m02wx5ok0liq1mqw825isw.html>. Acesso em: 08 de junho de 2021.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. (2017) Sistema de Produção Integrada para a Cultura do Abacaxi no estado do Tocantins Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 16 de junho. 2020.

FAO. (2021). Demanda Mundial por Alimentos e o Combate à Fome. Disponível em: <https://www.fao.org.br/FAOddma.asp>. Acesso em: 28 de setembro de 2021.

Hiroce, R., de Carvalho, A. M., Bataglia, O. C., Furlani, P. R., Furlani, A. M., Gallo, J. R. (1997). Composição mineral de frutos tropicais na colheita. *Bragantia*, 36, n. 14. 155-163. DOI <https://doi.org/10.1590/S0006-87051977000100014>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 04 de novembro 2022.

Malavolta, E., Leão, HCD., Oliveira, SCD., Lavres Junior, J., Moraes, M.F.D., Cabral, C.P., Malavolta, M. (2006) Repartição de nutrientes nas flores, folhas e ramos da laranjeira, cultivar Natal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28:506-511. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000300036>.

Marschner, H. (2012) *Nutrição mineral de plantas superiores*. Austrália: University of Adelaide, 3ed, 651p.

Paula, M. B., Holanda, F. S. R., Mesquita, H. A., de Carvalho, V. D. (1999) Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34:1217-1222. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999000700014>.

Pegoraro, R. F., Souza, B. A. M. D., Maia, V. M., Silva, D. F. D., Medeiros, A. C., Sampaio, R. A. (2014) Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'vitória' pineapple plant. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38:896-904. DOI <https://doi.org/10.14295/cs.v10i3.2604>.

- Py, C., Lacoeyuilhe, J.J., Teison, C. (1987). The pineapple, cultivation and uses. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose, 568 p.
- Ramos, M. J. M., Monnerat, P. H., Pinho, L. G. D. R., Silva, J. A. D. (2011) Deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro "Imperial": composição mineral. Revista Brasileira de Fruticultura, 33:261-271. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000032>.
- Reinhardt, D. H., Medina, V. M., Caldas, R. C., Cunha, G. A. P. D., Estevam, R. F. H. (2004). Gradientes de qualidade em abacaxi 'Pérola' em função do tamanho e do estágio de maturação do fruto. Revista Brasileira de Fruticultura, 26:544-546. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000300041>.
- Romheld, V., Ernest A. Kirby. (2010) Research on potassium in agriculture: needs and prospects. Plant Soil 335:155-180 DOI <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0520-1>.
- Sarwar, M. (2012) Effects of potassium fertilization on population buildup of rice stem borers (Lepidopteron pests) and rice (*Oryza sativa* L.) yield. Journal of Cereals and Oil Seeds, 3:6-9. DOI 10.5897/JCO11.041.
- Sauchelli, V. (1963) Manual our Fertilizer Manufacture, 3 th edition, Industry Publications, Inc.; Cadwell, New Jersey, 1963, chapter IX -Potassic materials in fertilizers.
- Sofiatti, V., Lima, R.L.S., Goldfarb, M., Beltrão, N.E.M. (2007) Cinza de madeira e lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro. Revista de biologia e ciências da terra, 7:144-152.
- Vilela, G.B., Pegoraro, R. F., Maia, V.M. (2015) Predição de produção do abacaxizeiro 'Vitória' por meio de características fitotécnicas e nutricionais. Revista Ciência Agrônômica, 46:724-732. DOI <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20150059>.
- Wang, Y.Q. Wenhua, L., Rujuan, X. (1994) Effect of epibrassinolide on growth and fruit quality of watermelon. Plant Physiology Communications, 30: 423-425.

Yorin. Yorin Fertilizantes. Disponível em: <http://www.yorin.com.br/pt/produtos/ekosil>.
Acesso em: 08 de setembro de 2021.

Zimmermann, S., Frey, B. (2002) Soil respiration and microbial properties in an acid forest soil: effects of wood ash. *Soil Biology & Biochemistry*, 34:1727-1737.

DOI [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00160-8).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Em função da importância da abacaxicultura na cadeia produtiva agrícola no estado do Rio de Janeiro, em especial nos municípios de São Francisco do Itabapoana, Campos dos Goytacazes e São João da Barra, a experimentação de cultivares e fontes de nutrientes alternativos são primordiais para uma produção sustentável. Aliada a isso há uma crescente demanda mundial por alimentos com maior qualidade nutricional e livre de defensivos. A introdução de cultivares resistentes as principais doenças do abacaxizeiro, na região Norte Fluminense em conjunto com novos sistemas de cultivo, adequando-se o manejo da nutrição destas plantas, mostra-se promissora. Sendo assim, o emprego de fontes de fertilizantes acessíveis aos produtores pode ser o caminho para produção de frutos com maior qualidade nutricional, isentos de resíduos de agroquímicos e com sustentabilidade na produção. Os dois experimentos com realizados com a cultivar 'BRS Imperial', cultivadas em condições de campo na fazenda Taquarussú, localizada em Imburi, no município de São Francisco do Itabapoana, no estado do Rio de Janeiro (21°28'S e 41°7'O), a 4 m do nível do mar. As plantas de 'BRS Imperial' receberam fontes alternativas de K, no primeiro experimento com o propósito de avaliar as características de produção das plantas, o teor foliar de K, e características físico-químicas dos frutos cultivados. O cultivo das plantas de 'BRS Imperial' iniciou-se em março de 2019 e a condução experimental deu-se no período de março de 2020 a dezembro de 2021. As mudas de 'BRS Imperial' do tipo filhote foram introduzidas no campo em média com o porte de 25 cm e ao iniciar o estudo a cultura estava no décimo segundo mês de sua implantação e as plantas apresentavam em torno 60 cm de altura.

As plantas foram cultivadas em fileiras duplas, nas dimensões de 0,3 m (planta) x 0,4 m (linha), 1,50 m entre os canteiros, em uma densidade total de 33 mil plantas ha⁻¹. A área experimental foi de 1,185 m², sendo cada unidade experimental composta por 52 plantas, com 40 plantas úteis.

Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, com as sete fontes de K, referentes aos tratamentos: 1: Controle (sem adubação potássica adicional); 2: Cloreto de potássio (KCl) na dose de 500 kg ha⁻¹; 3: Ekosil Plus ® (Yoorin) na dose de 3000 L ha⁻¹; 4: Hum-I-Solve ® (Agrobiológica) (pó concentrado) na dose de 0,5 kg ha⁻¹; 5: Sulfato de Potássio

(K₂SO₄) na dose de 600 kg ha⁻¹; 6: Cinza de bagaço de cana-de-açúcar na dose de 25 ton ha⁻¹; 7: Vinhaça na dose de 2000 L ha⁻¹.

Efetou-se a coleta da folha 'D' de 12 plantas por tratamento antes da indução da inflorescência, para análise do teor de K. A indução da inflorescência aconteceu dezoito meses após o plantio, com a aplicação na roseta foliar de solução com carbureto de cálcio a uma concentração de 1 g planta⁻¹.

Os frutos foram colhidos 22 meses do plantio das mudas, no ponto de coloração externa segundo a classificação entre Colorido e Amarelo. Foram avaliadas as seguintes características dos frutos: Massa do fruto inteiro; Massa do fruto sem coroa; Massa do suco (rendimento do suco em %); Brix (sólidos solúveis-SS); Acidez Titulável (AT) e a Vitamina C.

As plantas que receberam a fonte Cloreto de potássio apresentaram maior produtividade com 35,86 t ha⁻¹ de 'BRS Imperial'. O fertilizante Ekosil Plus® proporcionou aos frutos maior rendimento de suco com 40,3%, nos frutos do 'BRS Imperial'.

A lavoura do experimento dois foi implantada na mesma data do experimento um, contudo com tamanho de muda médio inferior a 15 cm de altura, em mesmo delineamento experimental e aplicação das mesmas fontes. As fontes foram aplicadas de forma parcelada, seis doses antes da indução da inflorescência e quatro após a indução da inflorescência. Realizou-se a aplicação de carbureto de cálcio para indução da inflorescência em julho de 2021.

Coletou-se aleatoriamente a Folha "D" das plantas para avaliação da Largura, Altura e Área Foliar, em um total de 12 folhas por tratamento, no período anterior a indução da inflorescência. Foram determinados os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Cu, Mn, Ni.

A coleta dos frutos efetuou-se em dezembro de 2021, coletando-se 05 frutos por unidade experimental com um total de 20 frutos por tratamento.

As fontes de K proporcionaram no 'BRS Imperial' produtividade média de 28,16t ha⁻¹, sendo colhidos frutos inteiros com coroa com até 1600 g.

As fontes de potássio: Sulfato de Potássio e Vinhaça mostraram-se mais efetivas em relação à fonte Cloreto de potássio nas características físico-químicas dos frutos de 'BRS Imperial', na relação de Sólidos solúveis e Acidez Total Titulável do suco dos frutos, com respostas a aplicação da fonte de 44 e 43% superior, respectivamente. As fontes mostram-se promissoras para seu emprego e efeito

gradual ao longo do tempo na melhoria da fertilidade do solo, para assim os nutrientes ficarem disponíveis as plantas.

Sendo assim, os desafios para os novos estudos são a aplicação contínua das fontes de fertilizantes na mesma área de estudo, maior frequência/parcelamento da aplicação das fontes, teste com doses, a possibilidade de utilização das fontes de forma integrada, a proteção do solo no controle de plantas daninhas e a suplementação hídrica. Portanto, essa poderá ser uma das possibilidades para nos próximos estudos aperfeiçoar e apresentar um Modelo de Produção Sustentável e ou Orgânico para o abacaxizeiro 'BRS Imperial' em São Francisco do Itabapoana e região Norte Fluminense.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, A. C. F., Amorim, A. P., Coelho, K. P., Moura, E. G. (2009) Environmental and agricultural benefits of a management system designed for sandy loam soils of the humid tropics. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1473-1480. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500037>.

ANDA - Associação Nacional para difusão de adubos. (2021) Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes. Disponível em: <http://anda.org.br/>. São Paulo. Acesso em: 29 de agosto de 2021.

Agrobiologica (2020) Ficha técnica do produto. Agrobiológica - Soluções Naturais. Disponível em: <http://www.agrobiologica.com.br/https://www.agrobiologica.com.br/wpcontent/uploads/2015/08/ficha-tecnica-humisolve-po-concentrado.pdf>. Acesso em: 08 de junho de 2020.

Andrist-Rangel, Y., Edwards, A.C., Hillier, S., Oborn, I. (2007) Dinâmica de K a longo prazo em sistemas de cultivo misto orgânico e convencional como relacionado ao manejo e propriedades do solo. *Agricultura Ecosystemas e Meio Ambiente*, 122:413-426. DO <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.02.007>.

Anschutz, U., Becker, D., Shabala, S. (2014) Going beyond nutrition: regulation of potassium homeostasis as a common denominator of plant adaptive responses to environment. *Journal of Plant Physiology*, 171:670-687. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.01.009>.

Araújo, R.C. de B. (2014) Efeito de herbicidas em duas variedades de cana-de-açúcar: fitotoxicidade e controle de plantas daninhas. Graduação em Agronomia - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 49p.

ANVISA. (2016) Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Brasília.

AOAC (1992) Association of Official Analytical Chemistry-AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 11. Washington: AOAC, 1115p.

Ballestero, S.D., Jorge, J.A., Nicolino, CAC., Filliettaz, E.V V., Ono R.K. (1996) Efeito da compostagem na solubilização de rochas fosfatadas e potássicas. *Biociência* 2:1222.

Barré, P., Berger, G., Velde, B. (2009) Como a translocação de elementos pelas plantas pode estabilizar argilas ilíticas na superfície de solos temperados. *Geoderma*, 151:22-30. DOI <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.03.004>.

Barreto, CF., Antunes, LEC., Toselli, M., Baldi, E., Sorrenti, G., Quartieri, M. (2021) Organic fertilization and crop load in yield and quality of organic nectarines in Italy. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43:5. DOI <https://doi.org/10.1590/0100-29452021016>.

Borges, A. L. (2004) Interação entre nutrientes em bananeira [Interaction between nutrients in banana], EMPRAPA. Boletim Informativo, *Banana em Foco*, v. 55, Cruz das Almas.

Brasil. Instrução Normativa n. 64 de 18 de dezembro de 2008. (2008) Aprova o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal e as listas de substâncias permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção animal e vegetal. Brasília, 19 dez. 2008b. Seção 1, p.21-26.

Brasil. (2011) Instrução normativa. nº 46: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p.8.

Brasil (2008) Instrução Normativa nº 64 de 18/12/2008:64: Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal Brasília,11p.

Britzke, D., Da Silva, LS., Moterle, D.F., Rheinheimer, D., Bortoluzzi, E.C. (2012) Um estudo da dinâmica e mineralogia do potássio em solos de planícies subtropicais brasileiras. *Jornal de solos e sedimentos*, 12:185-197. DOI <https://doi.org/10.1007/s11368-011-0431-7>.

Brito, MEB., Melo, ASD., Lustosa, JPO., Rocha, MB., Viégas, PRA., Holanda, FSR. (2005) Rendimento e qualidade da fruta do maracujazeiro-amarelo adubado com K, esterco de frango e de ovino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27:260-263. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452005000200018>.

Brunetto, G., Ernani, PR., Melo, GWB., Nava, G. (2016) Frutíferas. In: Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, p. 189-232.

Bueno, Gabriel; Baccharin, José Giacomo. (2012) Participação das principais frutas brasileiras no comércio internacional: 1997 a 2008. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34:424-434. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000200015>.

Cabral, JRS., Matos, AP. (2005) Imperial, Nova cultivar de abacaxi. Comunicado Técnico,114. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125083/1/Comunicado-114.pdf>. Acesso em: 05 Jun. 2020.

Caetano, LCS., Ventura, J.A., Costa, A. DFSD., Guarçoni, RC. (2013) Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e K no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi 'Vitória'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35:883-890. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000300027>.

Cavalcante, LF., Cavalcante, ÍHL., Júnior, FR., Beckmann-Cavalcante, M.Z., Santos, G.P.D. (2012) Status de macronutrientes foliares e produção de frutos de

maracujazeiro-amarelo biofertilizado. *Journal of Plant Nutrition*, 35:176-191. DOI <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.636121>.

Cakmak, I. (2005) The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168:521-530. DOI <https://doi.org/10.1002/jpln.200420485>.

Carrijo, OA., Vidal, MC., dos Reis, NV., Souza, RB. D., MAKISHIMA, N. (2004) Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, 22:5-9. DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000100001>.

Cesaro, A., Conte, A., Belgiorno, V., Siciliano, A., Guida, M. (2019) A evolução da estabilidade e maturidade do composto durante o tratamento em grande escala da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos. *Journal of Environmental Management*, 232:264-270.

Cola, G. P. A., Simão, J. B. P. (2012) Rochagem como Forma Alternativa de Suplementação de Potássio na Agricultura Agroecológica. *Revista Verde*, 7:1.

Crestani, M., Barbieri, RL., Hawerth, FJ., De Carvalho, FIF., de Oliveira, AC. (2010) Das Américas para o Mundo-origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. *Ciência Rural*. 40:1473-1483. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000600040>.

Cunha, JM., Freitas, MSM., Caetano, LCS., Carvalho, AJCD., Peçanha, DA., Santos, PCD. (2019). Qualidade de frutos de abacaxizeiro 'Vitória'sob deficiência de macronutrientes e boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41:5. DOI <https://doi.org/10.1590/0100-29452019080>.

Cunha, JM., Freitas., MSM, Carvalho, AJCD., Caetano, LCS., Vieira, ME., Peçanha, DA. (2021) Adubação potássica na qualidade de frutos de abacaxizeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43:5. DOI <https://doi.org/10.1590/0100-29452021018>.

Cunha, GAP. da., Cabral, RSC. (1999) Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: Cabral, JRS., Souza, LF. da S. O abacaxizeiro - cultivo, agroindústria e economia. 3. ed. Brasília, Embrapa/Mandioca e Fruticultura, p.15-51.

Damatto Junior, E. R., Leonel, S., Pedroso, C. J. (2005) Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27:188-190. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-29452005000100051>.

De Bang, T. C., Husted, S., Laursen, K. H., Persson, D. P., e Schjoerring, J. K. The molecular-physiological functions of mineral macronutrients and their consequences for deficiency symptoms in plants. *New Phytologist*, 229(5), 2446-2469, 2021.

De Mello Prado, R., De Medeiros Corrêa, M. C., e Natale, W. Efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 24, 1493-1500, 2002.

De Resende, Á. V., De Souza Martins, É., De Oliveira, C. G., De Sena, M. C., Machado, C. T. T., Kinpara, D. I., De Oliveira Filho, E. C. Suprimento de K e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. *Revista Espaço e Geografia*, 9(1), 2006.

Paula, M. B., Holanda, F. S. R., Mesquita, H. A., de Carvalho, V. D. (1999) Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(7), 1217-1222.

Dutra, G. A. P., Carvalho, A. J. C., Freitas, M. S. M., Dos Santos, P. C., Freitas, J. A. A. (2015) Estimativa da exportação de nutrientes pelos frutos do maracujazeiro doce em função da aplicação de ureia e de esterco bovino. *Revista Ifes Ciência-ISSN (1)* 2359-4799.

Eloi, Waleska M.; Duarte, Sergio N.; Soares, Tales M. (2007) Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2:283-89.

EMBRAPA (2020) Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn08zc7m02wx5ok0liq1mqw825isw.html>. Acessado em: 08 de junho de 2021.

EMBRAPA (2017) Sistema de Produção Integrada para a Cultura do Abacaxi no estado do Tocantins Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 16 de junho. 2020.

FAO (2020). Pineapples.<<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 17/06/2020.>

FAO (2015) Demanda Mundial por Alimentos e o Combate à Fome. Disponível em:<<https://www.fao.org.br/FAOddma.asp>>. Acesso em: 16 abril de 2016.

FAO (2021). Demanda Mundial por Alimentos e o Combate à Fome. Disponível em: <https://www.fao.org.br/FAOddma.asp>. Acesso em: 28 de setembro de 2021.

FAO (2021). Major Tropical Fruits Statistical Compendium. Rome. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb6930en/cb6930en.pdf>. Acessado em: 16 de outubro de 2021.

FAO (2020). Pineapples. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 17/06/2020.

Fernandes, FRC., Luz, A. B. D., Castilhos, Z. C. (2010) Agrominerais para o Brasil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 300p.

Freire, L.R., Balieiro, F.C., Zonta, E; Anjos, L.H.C., Pereira, M.G., Lima, E. Guerra, J.G.M., Ferreira, M.B.C., Leal, M.A.A., Campos, D.V.B., Polidoro, J.C. (2013) Manual de Calagem e Adubação do estado do Rio de Janeiro. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 430p.

Gleeson DB., Clipson N., Melville K., Gadd GM, Mcdermott FP. (2005) Caracterização da estrutura da comunidade de fungos em um granito pegmatítico intemperizado, *Microb. Ecol.* 50:360-368.

Gliessman, SR. (2000) *Agroecologia: ecológicos processos na agricultura sustentável*. Boca Raton: Lewis Publishers, 357 p.

Guelfi-Silva, D.R.; Spehar, C.R.; Marchi, G.; Soares, D.A.S.; Cancellier, E.L.; Martins, E.S. (2014) Yield, nutriente uptake and potassium use efficiency in rice fertilized with crushed rocks. *Academic Journals*, 9:455-464.

Glória, N.A. da; Orlando Filho, J. (1975). Determinação de nitrogênio, fósforo e potássio em tecido vegetal e vinhaça por digestão sulfúrica. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 88:298-304.

Glória, N.A. da; Santa Ana, A.G. (1975). Métodos de análise de resíduos de usinas de açúcar e destilarias. *Revista da Agricultura*, Piracicaba, 50:29-34.

Guarçoni, A.; Ventura, J. A. (2011) Adubação NPK e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi 'gold'(md-2). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:1367-1376.

He ZL; Baligar VC; Martens DC; Ritchey KD; Kemper WD. (1996) Factors affecting phosphate rock dissolution in acid soil amended with liming materials and cellulose. *Soil Science Society of American Journal* 60:1596-1601.

Hiroce, R., de Carvalho, A. M., Bataglia, O. C., Furlani, P. R., Furlani, A. M., Gallo, J. R. (1997). Composição mineral de frutos tropicais na colheita. *Bragantia*, 36:155-163.

IBGE (2021) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 18 de junho de 2021.

IBGE (2022). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 04 de novembro 2022.

Jobbágy, EG., Jackson, RB. (2001) A distribuição dos nutrientes do solo com profundidade: padrões globais e a impressão das plantas. *Biogeochemistry*,53:51-77.

Kai, T., Adhikari, D. (2021) Efeito da aplicação de fertilizantes orgânicos e químicos no teor de nutrientes em macieira e na condição do solo do pomar. *Agricultura*,11:340.

Kist, H. G. K., Ramos, J. D., Santos, V. A. D., Rufini, JCM. (2011) Fenologia e escalonamento da produção do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' no Cerrado de Mato Grosso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:992-997.

Lehninger, A.L., Nelson, D.L., Cox, M.M. (1995) *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Sarvier,839p.

Lian B., Wang B., Pan M., Liu C., Teng, HH. (2008) Microbial rearrrendamento de K de minerais portadores de K por fungo termofílico *Aspergillus fumigatus*, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 72:87-98.

Lopes, E. B., de Brito, C. H., de Albuquerque, I. C., de Oliveira, A. R. R. (2008) Influência de fatores químicos do solo sobre a incidência do mal-do-Panamá na bananeira cv. Pacovan na Paraíba. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 8:100-109.

Malavolta, E. (2008) O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais (pp. 1-10). SP: Ipni.

Malavolta, E., Leão, HCD., Oliveira, SCD., Lavres Junior, J., Moraes, MFD., Cabral, CP., Malavolta, M. (2006) Repartição de nutrientes nas flores, folhas e ramos da laranjeira, cultivar Natal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28:506-511.

Malavolta, E., Vitti, C.G., Oliveira, S.A. de. (1997). Avaliação do Estado Nutricional das Plantas, princípios e aplicações, 2 edições. Piracicaba.

Malavolta, E. (1994) Nutrición y fertilización del maracuya. Quito: INPOFOS, 53p.

Malvi, U. R. (2011) Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 24(1).

Manning, D.A.C. (ed.) (1995) Introdução aos Minerais Industriais. Londres: Chapman, Hall, 276p.

Manning, D.A.C. (2010) Mineral sources of potassium for plant nutrition: A review. Agronomy for Sustainable Development, 30:281-294.

Marschner, H. (2012) Nutrição mineral de plantas superiores, 651p.

Medeiros, PR. (2012) Duarte, SN. Eficiência do uso de água e de fertilizantes no manejo de fertirrigação no cultivo do tomateiro sob condições de salinidade do solo. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 7:344-351.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). (2012) Anuário Estatístico. Secretaria do Desenvolvimento da Produção - Brasília: SDP. p.66.

Miyake, RTM., Takata, WHS., Guerra, WEX., Forli, F., Narita, N., Creste, JE. (2016) Efeitos da fertilização potássica e de substratos comerciais no desenvolvimento de mudas de maracujá em casa de vegetação. African Journal of Agricultural Research , 11: 3720-3727.

Montes, RM., Parent, L. É., Amorim, DAD., Rozane, De., Parent, S. É., Natale, W. Modesto, VC. (2016) Adubação com nitrogênio e potássio em pomar de goiaba avaliado em cinco ciclos: Efeitos na planta e na produção. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 4.

Moore, S. (ed.) (2009) Potash tunnel vision, Ind. Minerals, 56-62.

Moreira, A., Carvalho, J. G. de; Evangelista, A. R. (1999) Influência da relação cálcio: magnésio do corretivo na nodulação, produção e composição mineral da alfafa. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34:249-255.

MAPA (2020) COAGRE: Coordenação de Agroecologia da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília. Acessado em: 17 de junho de 2020.

Marschner, H. (2012) Nutrição mineral de plantas superiores. Austrália: University of Adelaide, 3ed, 651p.

Nascente, AS., Costa, RSC. da, Costa, J. N. M., (2005) Cultivo do abacaxi em Rondônia. 3. Disponível em: <[http:// sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br)>

Nascimento, CL do. (2003) Avaliação econômica do aproveitamento do vinhoto concentrado como fertilizante. Mestrado em Ciências de Engenharia- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 87p.

Nascimento, M., Loureiro, FEL. (2004) Fertilizantes e sustentabilidade: o K na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas.

Natale, W., Rozane, DE., Parent, LE., Parent, SÉ. (2012) Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. Revista Brasileira de Fruticultura, 34, 1294-1306.

Neutzling, MB.; Rombaldi, AJ., Azevedo, MR; Hallal, PC. (2009) Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos de uma cidade no Sul do Brasil. Cadernos de Saúde Pública, 25:2365-2374.

Nogueira, NO., Tomaz, MA., Andrade, FV., Reis, EFD., Brinate, S. VB. (2012) Influência da aplicação de dois resíduos industriais nas propriedades químicas de dois solos cultivados com café arábica. Revista Ciência Agronômica, 43, 11-21.

Nowak, CA., Downard Jr, RB., White, E.H. (1991) Tendências de potássio nas plantações de pinheiro vermelho em Pack Forest, Nova York. Soil Science Society of America Journal, 55:847-850.

Oliveira, FF., Guerra, JGM., De Almeida, DL., Ribeiro, RDL., Espindola, JAA., Ricci, MDS., Ceddia, MB. (2008). Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. Horticultura Brasileira, 26:216-220.

OMS (2003) Organização Mundial da Saúde. Dieta, nutrição e prevenção de doenças crônicas: relatório de uma consulta conjunta com especialistas da OMS / FAO (Vol. 916).

Oliveira, AMG., Natale, W., Rosa, RCC., Junghans, DT. (2015). Adubação N-K no abacaxizeiro 'BRS Imperial'- I - efeito no desenvolvimento e na floração da planta. Revista Brasileira de Fruticultura, 37:755-763.

Oliveira, A., Gomes, M., Natale, W., Rosa, RCC., Junghas, D. T. (2015). Adubação N-K no Abacaxizeiro 'BRS Imperial'- II Efeito no Solo, na Nutrição da Planta e na Produção. Revista Brasileira de Fruticultura, 37:764-772.

Onwosi, CO., Igbokwe, VC., Odimba, JN., Eke, IE., Nwankwoala, MO., Iroh, IN., Ezeogu, LI. (2017) Composting technology in waste stabilization: On the methods, challenges and future prospects. Journal of Environmental Management, 190:140-157. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.051>.

Paulino, AF., Medina, CC., Robaina, CRP., Laurani, RA. (2002) Produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetida a doses de vinhaça. Semina: Ciências Agrárias, 23:145-150.

Prajapati, K., Modi, H.A. (2012) The importance of potassium in plant growth: A review. Indian Journal of Plant Sciences, 1:177-186.

Pegoraro, RF., Souza, BAM. D., Maia, VM., Silva, DFD., Medeiros, AC., Sampaio, R. A. (2014). Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'vitória' pineapple plant. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38:896-904.

Pereira, A. (2016) Análise Microestrutural do Potencial das Cinzas de Bagaço de Cana-de-açúcar como Material Pozolânico em Compósitos Cimentícios. CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 22, Natal, RN, 3029-3040.

Pádua, E.J. (2012) Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Lavras, 91p.

Piva, R., Botelho, RV., Ortolan, C., Müller, MML., Kawakami, J. (2013) Adubação em vinhedo orgânico da cv. Isabel utilizando cinzas vegetais e esterco bovino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35:608-615.

Prates, FBD. S., Lucas, CDS. G., Sampaio, RA., Brandão Júnior, DDS., Fernandes, L. A., Junio, GR.Z. (2012) Crescimento de mudas de pinhão-mansão em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. *Revista Ciência Agronômica*, 43:207-213.

Py, C., Lacoeyllhe, JJ., Teison, C. (1984) Ananas, as culture, sés produits. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose, 562p.

Py, C., Lacoeyllhe, JJ., Teison, C. (1987) The pineapple, cultivation and uses. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose, 568 p.

Ramos, MJM., Monnerat, PH., Pinho, LGD. R., Silva, JAD. (2011). Deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro 'Imperial': composição mineral. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33:261-271.

Ramos, MJM., Monnerat, PH., Carvalho, AJC., Pinto, JL. de A., Silva, JA. (2009). Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro 'Imperial'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 31:252-256.

Ramos, MJM., Monnerat, PH., Pinho, LGDR., Carvalho, AJCD. (2010) Qualidade sensorial dos frutos do abacaxizeiro 'Imperial' cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 32:692-699.

Ramos, MJM., Monnerat, PH., Pinho, LGDR., Silva, JAD. (2011) Deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro "Imperial": composição mineral. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33:261-271.

Reinhardt, DHR., Bartholomew, DP., Souza, FVD., Carvalho, ACPPD., Pádua, TRP. D., Junghans, DT., Matos, APD. (2018) Avanços na propagação de abacaxi. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40:6.

Reinhardt, DH., Souza, LFS., Cabral, J.R.S. (2000) Abacaxi. Produção: aspectos técnicos. Cruz as Almas: Embrapa Mandioca Fruticultura, 77p.

Ricce, W. da S., Carvalho, SLC., Caramori, PH., Auler, PA.M., Roberto, RS. (2014) Zoneamento agroclimático da cultura do abacaxizeiro no estado do Paraná. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, 35:2337-2346.

Rios, ESC.; Mendonça, RMN.; Fernandes, LF.; Figueiredo, LF. (2018a) Growth of leaf D and productivity of 'Imperial' pineapple as a function of nitrogen and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 13:1-9.

Rios, C., Santos, E., Nunes, MD., de Almeida, CE., Costa, JD., Melo Silva, S. (2018b) Quality of 'Imperial' pineapple infructescence in function of nitrogen and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 13:1-8.

Rittenhouse P.A. (1979) Potash and politics, *Econ. Geol.* 74, 353-357.

Rizzi, LC., Rabelo, LR., Morini Filho, W., Savazaki, ET., Kavati, R. (1998) Cultura do maracujá-azedo. CATI, 235:54p.

Rocha, SPJ. (2013). Conceptualización sobre bioinsumos, relación con la biotecnología e importancia de la institucionalidad". Taller sobre la institucionalidad para el desarrollo y comercialización de bioinsumos en Argentina. Experiencias en países de América Latina y el Caribe". Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -MAGyP. Buenos Aires.

Rodrigues, AA., Mendonça, RMN., Silva, AP. da; Silva, S. de M., Pereira, WE. (2010) Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros 'Pérola' e 'Smooth cayenne' no estado da Paraíba. Revista Brasileira de Fruticultura, v.32, p.126-134.

Rodrigues, AA., Mendonça, RMN., Da Silva, A. P., Silva, SM. (2013) Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro 'pérola', em função das relações K/N na adubação. Revista Brasileira de Fruticultura, 35:625-633.

Romheld, V., Ernest A. Kirby. (2010) Research on potassium in agriculture: needs and prospects. Plant Soil 335:155-180.

Rosling A., Lindahl BD., Taylor AFS., Finlay RD. (2004) Mycelial crescimento e acidificação do substrato de fungos ectomicorrízicos em resposta a diferentes minerais, FEMS Microbiol. Ecol, 47:31-37.

Rosolem, CA., Vicentini, JPTMM., Steiner, F. (2012) Suprimento de potássio em função da adubação potássica residual em um Latossolo Vermelho do Cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:1507-1515.

Salles, RE. (2014) Comportamento produtivo e efeito da adubação orgânica no cultivo da amoreira-preta (*Rubus* spp.), na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro.

Salvador, JT., Carvalho, TC., Lucchesi, LAC. (2011) Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. Revista Acadêmica Ciência Animal, 9:27-32.

Sardans, Jordi., Peñuelas, Josep. (2015) Potassium: a neglected nutrient in global change. *Global Ecology and Biogeography*, 24:261-275.

Sharifi, M., Cheema, M., Mcvicar, K., Leblanc, L., Fillmore, S. (2013) Avaliação das propriedades de calagem e biodisponibilidade de potássio de três fontes de cinza de madeira no Canadá Atlântico. *Canadian Journal of Plant Science*, 93:1209-1216.

Sanchez, PA. (2020) Soil fertility and hunger in Africa. *Science*, 295:2019-2020.

Santos, CL., Viana, AP., Freitas, MSM., Carvalho, AJCD., Rodrigues, DL. (2017) Relação entre produtividade e qualidade de frutos de progênies C03 de maracujá sob diferentes níveis nutricionais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 9:2. DOI <https://doi.org/10.1590/0100-29452017691>.

Sarwar, M. (2012) Effects of potassium fertilization on population buildup of rice stem borers (Lepidopteron pests) and rice (*Oryza sativa* L.) yield. *Journal of Cereals and Oil Seeds*, 3:6-9.

Silva, APD., Alvarez VVH., Souza, APD., Neves, JCL., Novais, RF., Dantas, JP. (2009) Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi-Fertcalc-Abacaxi. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1269-1280.

Silva, AOD., Klar, A. E., Silva, ÊFD. F., Tanaka, AA., S. JUNIOR, JF. (2013) Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17:1143-1151.

Silva, AOD., Klar, AE., Silva, ÊFD. F., Tanaka, AA., S Junior, JF. (2013) Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17:1143-1151.

Silva, ALP., Silva, AP., Souza, AP., Santos, D., Silva, SM., Silva, V.B. (2012) Resposta do abacaxizeiro 'Vitória' a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:447-456.

Silva, A. O. (2014) A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. *Nativa*, 2:180-186. DOI <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v02n03a10>.

Sheldrick, WF., Syers, JK. Lingard, J. (2002) Um modelo conceitual para a realização de auditorias de nutrientes em escalas nacionais, regionais e globais. *Ciclagem de nutrientes em Agroecosystems*, 62:61-72.

Sofiatti, V., Lima, RLS., Goldfarb, M., Beltrão, N.E.M. (2007) Cinza de madeira e lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro. *Revista de biologia e ciências da terra*, 7:144-152.

Spironello, A., Quaggio, JA., Teixeira, LAJ., Furlani, PR. Sigrist, JMM. (2004) Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26:155-159.

Stamford NP., Freitas ADS., Ferraz DS., Santos E. (2002) Effect of sulphur inoculated with *Thiobacillus* on saline soils amendment and growth of cowpea and yam bean legumes. *Journal of Agricultural Science*, 139:275-281.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, IM., Murphy, A. (ed.) (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. Porto Alegre: Artmed Editora, 858p.

Toselli, M., Baldi, E., Cavani, L., Mazzon, M., Quartieri, M., Sorrenti, G., Marzadori, C. (2019) Reservatórios de nitrogênio solo-planta em pomar de nectarina em resposta à aplicação de composto em longo prazo. *Ciência do Meio Ambiente Total*, 671:10-18.

UFRRJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. (1981). *Aproveitamento da vinhaçacom fertilizante nos solos da região açucareira do estado do Rio de Janeiro*. Itaguaí: Finep: UFRRJ/DS. 326p.

Van Straaten, P. (2006) *Cultivo com rochas e minerais: desafios e oportunidades*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78p.

Ventura, JA., Costa, H., Caetano, LCS. (2009) Abacaxi 'vitória': uma cultivar resistente à fusariose. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31:931-1023.

Ventura, J., Caetano, L., Guarçoni, R. (2018) Utilização de resíduos orgânicos para adubação de abacaxizeiro 'Vitória'. XVIII Encontro Latino-Americano de Pós-graduação, Patrimônio e Cultura, Desafios da Ciência Frente a Identidades Plurais. São José dos Campos.

Vitti, NVP. (2006) Viabilização do uso da vinhaça concentrada com fertilizantes nitrogenados: aspectos agronômicos e ambientais. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo, USP, Piracicaba-SP, 152p.

Voundinkana, JC., Demeyer, A., Verloo, MG. (1998) Availability of nutrients in wood ash amended tropical acid soils. *Environmental Technology*, 19:1213-1221.

Wang, YQ., Wenhua, L., Rujuan, X. (1994) Effect of epibrassinolide on growth and fruit quality of watermelon. *Plant Physiology Communications*, 30:423-425.

Wang, HY., Zhou, JM., Du, CW., Chen, XQ. (2010) Potassium in soils as affected by co-application of monocalcium phosphate and ammonium sulfate. *Pedosphere*, 20:368-377.

Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., Guo, S. (2013) The critical role of potassium in plant stress response. *International journal of molecular sciences*, 14:7370-7390.

Wilpert, K.; Lukes, M. (2003) Efeito ecoquímico do pó de rocha da fonolita, dolomita e sulfato de K em um povoamento de abetos em uma argila glacial acidificada. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 65:115-127.

Yorin (2021) Yorin Fertilizantes. Disponível em: <<http://www.yorin.com.br/pt/produtos/ekosil>>. Acessado em: 08 de setembro de 2021.

Yang, J., Hu, W., Zhao, W., Chen, B., Wang, Y., Zhou, Z., Meng, Y. (2016) Fruiting branch K⁺ level affects cotton fiber elongation through osmoregulation. *Frontiers in Plant Science*, 7:13.

Yoorin. (2020). Yorin Fertilizantes. Disponível em: <<http://www.yoorin.com.br/pt/produtos/ekosil>>. Acesso em: 08 de junho de 2020.

Zhang, W., Zhang, X. (2007) A forecast analyses on fertilizer consumption worldwide. *Environmental Monitoring and Assessment*, 133:427-434.

Zheng, S., Shangguan, Z. (2007) Padrões espaciais de traços de nutrientes da folha das plantas do Planalto de Loess da China, *Árvores Estrutura e Função*, 21:357-370.

Zorb, C., Senbayram, M., Peiter, E. (2014) Potassium in agricultura-status and perspectives. *Journal of plantphysiology*, 171:656-669.

APÊNDICE

ARTIGO 1

Tabela 1: Resumo da análise de variância (Quadrados médios) das variáveis: Teor de K, produtividade, Massa do fruto sem coroa, Massa do fruto inteiro, Rendimento do suco, Acidez titulável, Brix, Vitamina C, pH do suco e SS/ AT, no abacaxizeiro 'BRS Imperial', fertilizado com fontes alternativas de potássio, cultivado em condições de campo, na região de São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

FV	GL	Quadrado médio				
		Teor de K	Produtividade	Massa do fruto sem coroa	Massa do fruto inteiro	Rendimento do suco
Tratamentos	6	17,05 ^{ns}	32,75*	29232,83*	30058,76*	4184,21*
Bloco	3	17,28 ^{ns}	29,86*	25650,49*	27407,7*	4870,88*
Erro	18	8,37	3,79	3557,38	3476,02	2807,37
Média		20,14	30,47	851,46	923,49	290,77
CV (%)		14,36	6,39	7	6,38	18,22
		Acidez Titulável	Brix	Vitamina C	pH do suco	SS/ AT
Tratamentos	6	0,02*	2,34 ^{ns}	17,1 ^{ns}	0,06*	37,19 ^{ns}
Bloco	3	0 ^{ns}	5,05 ^{ns}	31*	0,12*	26,85 ^{ns}
Erro	18	0	2,09	9,76	0,02	18,2
Média		0,67	19,15	21,95	3,93	28,98
CV (%)		11,37	7,55	14,23	3,7	14,72

FV = fonte de variação, GL= grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, * = significativo ao nível de 5%, ns = não significativo.

ARTIGO 2

Tabela 1: Resumo da análise de variância (Quadrados médios) das variáveis: Comprimento folha D, Largura folha D, Área Foliar Massa Fresca folha, Teor de N, Teor de P, Teor de K, Teor de Ca, Teor de Mg e Teor de S no abacaxizeiro 'BRS Imperial', fertilizado com fontes alternativas de potássio, cultivado em condições de campo, na região de São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

FV	GL	Quadrado médio				
		Comprimento folha D	Largura folha D	Área Foliar	Massa Fresca folha D	Teor de N
Tratamentos	6	2,4*	0,14 ^{ns}	893,56 ^{ns}	59,2 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Bloco	3	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	864,33 ^{ns}	16,18 ^{ns}	0,83 ^{ns}
Erro	18	0,73	0,05	811,52	30,67	0,51
Média		26,14	4,1	197,56	38,5	6,26
CV (%)		3,28	5,68	14,42	14,38	11,4
		Teor de P	Teor de K	Teor de Ca	Teor de Mg	Teor de S
Tratamentos	6	0,01*	81,75*	0,07 ^{ns}	4,83*	0,47*
Bloco	3	0*	10,29 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Erro	18	0,02	6,3	0,09	0,11	0,12
Média		1,48	22,62	1,73	4,41	1,6
CV (%)		9,07	11,09	17,65	7,55	21,92

FV = fonte de variação, GL= grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, * = significativo ao nível de 5%, ns = não significativo.

Tabela 2: Resumo da análise de variância (Quadrados médios) das variáveis: Teor de B, Teor de Zn, Teor de Fe, Teor de Cu, Teor de Mn, Teor de Ni, Diâmetro Fruto, Comp Fruto coroa, Diam cilindro Fruto, N° mudas filhote no abacaxizeiro 'BRS Imperial', fertilizado com fontes alternativas de potássio, cultivado em condições de campo, na região de São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

FV	GL	Quadrado médio				
		Teor de B	Teor de Zn	Teor de Fe	Teor de Cu	Teor de Mn
Tratamentos	6	12,6 ^{ns}	18,18 ^{ns}	447,72 ^{ns}	0,54 ^{ns}	2187,26 ^{ns}
Bloco	3	31,8*	24,95 ^{ns}	17 ^{ns}	0 ^{ns}	833,1 ^{ns}
Erro	18	7,6	21,12	207,4	0,69	3591,25
Média		11,7	28,13	51,68	4,78	223,01
CV (%)		23,58	16,34	27,87	17,32	26,87
		Teor de Ni	Diâmetro Fruto	Comp Fruto coroa	Diam cilindro Fruto	N° mudas filhote
Tratamentos	6	0,25 ^{ns}	0,13 ^{ns}	2,4*	0,02*	1,65 ^{ns}
Bloco	3	0,01 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Erro	18	0,19	0,1	0,73	0	0,89
Média		1,33	9,77	26,14	1,62	8,59
CV (%)		33,08	3,18	3,28	5,22	11

FV = fonte de variação, GL= grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, * = significativo ao nível de 5%, ns = não significativo.

Tabela 3: Resumo da análise de variância (Quadrados médios) das variáveis: Massa do Fruto inteiro, Produtividade, Rendimento suco, Brix, Vitamina C e SS/ AT no abacaxizeiro 'BRS Imperial', fertilizado com fontes alternativas de potássio, cultivado em condições de campo, na região de São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro.

FV	GL	Quadrado médio		
		Massa do Fruto inteiro	Produtividade	Rendimento suco
Tratamentos	6	7349,76 ^{ns}	8 ^{ns}	3221,95 ^{ns}
Bloco	3	6326,27 ^{ns}	6,89 ^{ns}	1559,33 ^{ns}
Erro	18	8701,25	9,47	2336,7
Média		853,4	28,16	448,87
CV (%)		10,93	10,93	10,77
		Brix	Vitamina C	SS/ AT
Tratamentos	6	3,87*	15,17 ^{ns}	65,29*
Bloco	3	8,6*	7,06 ^{ns}	87,97*
Erro	18	1,35	6,05	19,61
Média		19,35	11,14	33,68
CV (%)		6,01	22,08	13,15

FV = fonte de variação, GL= grau de liberdade, CV = coeficiente de variação, * = significativo ao nível de 5%, ns = não significativo.



Figura 1: Área experimental de abacaxizeiro 'BRS Imperial', lavoura comercial na unidade de produção sustentável da fazenda Taquarussú, localizada em Imburi, no município de São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro. Foto: Freitas (2020).



Figura 2: Fruto de abacaxizeiro 'BRS Imperial', da área experimental em lavoura comercial, unidade de produção sustentável da fazenda Taquarussú, Imburi, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro. Foto: Freitas (2020).



Figura 3: Preparo das fontes de potássio para o cultivo do 'BRS Imperial', área experimental em lavoura comercial, unidade de produção sustentável da fazenda Taquarussú, Imburi, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro. Foto: Petri (2021).



Figura 4: Frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial', da área experimental em lavoura comercial, unidade de produção sustentável da fazenda Taquarussú, Imburi, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro. Foto: Petri (2021)



Figura 5: Folha 'D' do abacaxizeiro 'BRS Imperial', da área experimental em lavoura comercial, unidade de produção sustentável da fazenda Taquarussú, Imburi, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro. Foto: Petri (2020).



Figura 6: Fruto de abacaxizeiro 'BRS Imperial', da área experimental em lavoura comercial, unidade de produção sustentável da fazenda Taquarussú, Imburi, São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro. Foto: Petri (2020).