



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TEORES DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE PÓS-COLHEITA
DO MARACUJÁ-AMARELO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
SILICATADA

JULIANA PEREIRA DA SILVA

AREIA, PB
2018

JULIANA PEREIRA DA SILVA

TEORES DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE PÓS-COLHEITA
DO MARACUJÁ-AMARELO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
SILICATADA

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Agronomia da
Universidade Federal da Paraíba,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, área de concentração
Agricultura Tropical.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira.

AREIA, PB

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586t Silva, Juliana Pereira da.

TEORES DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE
PÓS-COLHEITA DO MARACUJÁ-AMARELO SUBMETIDO A
ADUBAÇÃO ORGÂNICA E SILICATADA / Juliana Pereira da
Silva. - Areia, 2018.
74 f. : il.

Orientação: Walter Esfrain Pereira.
Tese (Doutorado) - UFPB/Areia.

1. Passiflora edulis f. flavicarpa. 2. esterco
bovino. 3. cama de frango. 4. silício. I.
Pereira, Walter Esfrain. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TEORES DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MARACUJÁ-AMARELO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO ORGÂNICA E SILICATADA

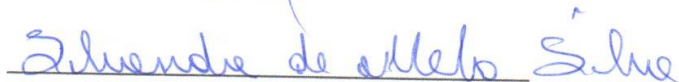
AUTOR: JULIANA PEREIRA DA SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão examinadora:

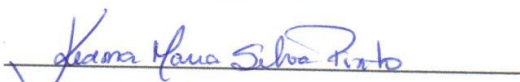
BANCA EXAMINADORA



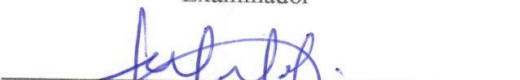
Prof. Walter Esfrain Pereira, D.Sc PPGA/UFPB
Orientador



Prof. Silvana de Melo Silva, Ph.D PPGA/UFPB
Examinador



Prof. Kedma Maria Silva Pinto, D.Sc UAG / UFRPE
Examinador



Prof. Leossávio Cesar de Souza, D.Sc CCA / UFPB
Examinador

Data de realização: 23 / 02 / 2018.

AREIA, PB

2018

”Minha vida é andar por este país
Pra ver se um dia descanso feliz
Guardando as recordações
Das terras onde passei
Andando pelos sertões
E dos amigos que lá deixei”

(Hervé Cordovil/ Luiz Gonzaga do Nascimento)

Ao meu pai José Pereira da Silva (meu estagiário), que em meio a tantas dificuldades esteve presente em toda a condução do meu trabalho com todo apoio, incentivo, orgulho, e auxílio na execução, permitindo sempre que eu seguisse em frente. Obrigada Pai, sem o senhor não teria conseguido. Dedico também a meu irmão João Paulo pelo apoio incansável na condução deste experimento.

DEDICO

Aos meus pais pelo amor, dedicação, segurança, paciência e incentivo.

Aos meus irmãos Micheline, Jaqueline, Melisa e João Paulo, pelo apoio, incentivo e confiança. E as minhas sobrinhas Ana Paula, Esther e Maria Júlia, que mesmo sem saber transmitiram paz e alegria.

A minha tia Regina Maria (Teta) por toda ajuda e incentivo.

A Adriano de Torres Valentim, que com seu auxílio, amor, carinho, companheirismo e incentivo fez com que eu chegasse ao término desta etapa com determinação, paz e confiança.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade cedida a mim, conduzindo todos os meus passos e permitindo vivenciar experiências inesquecíveis para meu crescimento.

Ao professor e orientador Walter Esfrain Pereira, que com sua sabedoria, compreensão, orientação e paciência, transmitiu todo o apoio necessário para construção e realização deste trabalho, e que sem nenhuma dúvida posso dizer que melhor orientador não há. Obrigada professor terei sempre gratidão ao senhor.

À professora Ph. D. Silvanda de Melo Silva, por ser sempre minha referência profissional, com ética, sabedoria, humanidade e simplicidade, além de contribuir imensamente nas relevantes contribuições para este trabalho

À professora D. Sc Kedma Maria Silva Pinto (UAG/UFRPE), por se dispor a participar desta banca, contribuindo com prestimosas sugestões neste trabalho.

Ao professor D. Sc Leossávio Cesar de Souza (CCA/UFPB), pelas valiosas sugestões.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos conhecimentos transmitidos, além de tornar o curso altamente profissional e ético.

À Coordenação e Funcionários da Pós-Graduação em Agronomia pela amizade e préstimos.

A todos do Laboratório de Biologia e Fisiologia Pós-Colheita do CCA/UFPB, valiosa contribuição na realização das análises dos frutos, pela ajuda nos momentos de desespero, e pelos momentos de descontração, em especial a Ricardo Sousa.

A todos do Laboratório de Fruticultura do CCA/UFPB, pela disponibilidade em ajudar e transmitir com eficiência os procedimentos, em especial a Jandira Costa e Lucimara Figueredo, meu muito obrigada meninas.

A todos do Laboratório de Fertilidade de Solo do CCA/UFPB, pelo auxílio na condução das análises, em especial a Helton Silva e Valdênia Cardoso, o meu muito obrigada.

A Gracinha (GraçaKely), Luciana Guimarães, Lucimara Figueredo, Adriana Oliveira e Ricardo Brutinho (auxiliares laboratoriais), Jarbas, Janailson, Rennan, Valdênia, Plácido, Thyago, Orys e Kedma (apoio principalmente psicológico), a todos que sempre estavam dispostos a ajudar a qualquer hora sempre com sorriso e bom humor, com palavras de carinho, incentivo, companheirismo. Minha eterna Gratidão!

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram para realização deste trabalho. Gratidão!

SUMÁRIO

	Pg.
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1.INTRODUÇÃO.....	15
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.2 Cultura do Maracujá.....	17
2.3 Importância da cultura do maracujá amarelo.....	18
2.4 Exigências nutricionais do maracujazeiro.....	20
2.5 Adubação Orgânica.....	21
2.6 Silício como adubo e sua importância.....	23
Referências.....	28
CAPÍTULO I	
Teores nutricionais no desenvolvimento do maracujá-amarelo quando submetido a adubação orgânica e silicatada	
Resumo.....	37
Abstract.....	37
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	40
Resultados e Discussão.....	42
Conclusão.....	50
Literatura Citada.....	51
CAPÍTULO II	
Qualidade pós-colheita do maracujá-amarelo submetido a adubação orgânica e silicatada	
Resumo.....	54
Abstract.....	54

Introdução.....	55
Material e Métodos.....	56
Resultados e Discussão.....	59
Conclusão.....	71
Literatura Citada.....	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1.	Atributo químico e físico do solo da área experimental. Caruaru, PE. Junho 2015.....	40
Tabela 2.	Teor de matéria orgânica nos adubos orgânicos usados na área experimental. Caruaru, PE. Junho 2015.....	40

CAPÍTULO II

Tabela 1.	Atributo químico e físico do solo da área experimental. Caruaru, PE. Junho 2015.....	57
Tabela 2.	Teor de matéria orgânica nos adubos orgânicos usados na área experimental. Caruaru, PE. Junho 2015.....	57
Tabela 3.	Valores médios das características físico-químicas das duas variedades do Maracujá-Amarelo ('BRS Sol do Cerrado' e 'Redondo Amarelo'), submetidos à Com e Sem adubação Orgânica (Cama de Frango e Esterco Bovino) e Com e Sem Adubação Silicatada (Areia-PB, fev/2018).....	69

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Teores de fósforo (P), potássio (K), e de sódio (Na) no solo 43
em função da aplicação da cama de frango (CF), do esterco
bovino (EB) e da testemunha (Sem).....
- Figura 2.** Teores de carbono (C), Matéria Orgânica (MO), no solo em 45
função da aplicação da cama de frango (CF), do esterco
bovino (EB) e da testemunha (Sem) e sem e com aplicação
de silício.....
- Figura 3.** Teores de fosforo (P), nas folhas em função das três épocas 46
de coleta e silício (Si), nas folhas em função das duas
variedades de maracujá amarelo ‘Redondo Amarelo’ (RA) e
‘BRS sol do cerrado’ (BRS).....
- Figura 4.** Teores de Nitrogênio (N) foliar em função das três épocas de 48
coleta, e teor de silício (Si) foliar em função da aplicação da
cama de frango (CF), do esterco bovino (EB) e da
testemunha (Sem).....
- Figura 5.** Produtividade em função da aplicação da cama de frango 49
(CF), do esterco bovino (EB) e da testemunha
(Sem).Interação do maracujá-amarelo em relação a adubação
orgânica, com as duas variedades.....
- Figura 6.** Dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base 50
nos escores dos dois componentes principais.....

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Peso dos frutos das variedades de maracujá amarelo BRS sol 62
do cerrado e ‘Redondo Amarelo’, adubadas com cama de
frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com
e sem aplicação de silício.....
- Figura 2.** Peso da polpa das variedades de maracujá amarelo ‘BRS sol 64

do cerrado’ e ‘Redondo Amarelo’, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com e sem aplicação de silício, na primeira (A) e segunda safra (B).....

- Figura 3.** Rendimento de polpa das variedades de maracujá amarelo ‘BRS sol do cerrado’ e ‘Redondo Amarelo’, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com e sem aplicação de silício, e na primeira e segunda safra..... 65
- Figura 4.** Diâmetro dos frutos das variedades de maracujá amarelo ‘BRS sol do cerrado’ e ‘Redondo Amarelo’, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com e sem aplicação de silício, e na primeira e segunda safra..... 66
- Figura 5.** Firmeza dos frutos das variedades de maracujá amarelo ‘BRS sol do cerrado’ e ‘Redondo Amarelo’, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM)..... 67
- Figura 6.** Coloração da casca dos frutos das variedades de maracujá amarelo ‘BRS sol do cerrado’ e ‘Redondo Amarelo’, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), para o parâmetro ‘a’ 68
- Figura 7.** Coloração da casca dos frutos das variedades de maracujá amarelo ‘BRS sol do cerrado’ e ‘Redondo Amarelo’, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com e sem aplicação de silício, na primeira e segunda safra, para o parâmetro ‘a’ 69

SILVA, J. P. Teores de nutrientes, produtividade e qualidade pós-colheita do maracujá-amarelo submetido a adubação orgânica e silicatada. Areia: CCA/UFPB, 2017. (Tese de Doutorado em Agronomia). Orientador: Prof. Walter Esfrain Pereira, DSc.

RESUMO

A produção de maracujá amarelo já é bem consolidada no Nordeste Brasileiro, entretanto alguns manejos culturais, como adubação orgânica na cultura precisam ser elucidados, bem como o incremento da produtividade com a utilização de alguns compostos minerais como o silício. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a nutrição e qualidade pós-colheita de duas variedades de maracujá amarelo, em duas safras subsequentes, em função de duas fontes de adubação orgânica, sem e com aplicação de silício nas condições edafoclimáticas do Agreste Pernambucano. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições, constando de 12 tratamentos, avaliadas em duas safras seguidas. Foram utilizadas duas variedades de maracujá amarelo ‘Redondo amarelo’ e ‘BRS Sol do Cerrado’. As adubações foram com esterco bovino curtido (10L por cova) e cama de frango curtido (2L por cova). A adubação silicatada foi com silicato de potássio via solo (40ml da solução por planta). A unidade experimental foi constituída por duas plantas. Foram avaliados os teores foliares (N, P, K e Si), assim como os teores de nitrogênio, fósforo e potássio, carbono e matéria orgânica no solo, bem como a produtividade. Nos frutos foram avaliados massa da matéria fresca (fruto, casca e polpa), comprimento e diâmetro do fruto, firmeza, cor da casca (L, a, b, C e H), cor da polpa (C e H), sólidos solúveis, acidez titulável e rendimento de polpa. Os dados foram avaliados mediante a análise de variância, e médias comparadas pelo teste Tukey ou F. As interações dos adubos orgânicos, principalmente esterco bovino, com o silicato de potássio aumentaram os teores dos nutrientes, tanto no solo como nas folhas, bem como a produtividade do maracujá-amarelo. A qualidade dos frutos de plantas submetidas a adubação orgânica apresenta características físicas de maior aceitação para o mercado consumidor de maracujá-amarelo.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, esterco bovino, cama de frango, silício

SILVA, J. P. Nutrient contents, productivity and post-harvest quality of the yellow maracujáa submitted to organic and silicate fertilization. Areia: CCA/UFPB, 2018. (Doctor in Science Thesi in Agronomy). Advisor: Prof. Walter Esfrain Pereira., Ph. D.

ABSTRACT

The production of yellow passion fruit is already well established in the Brazilian Northeast, however, some cultural practices such as organic fertilization in the crop need to be elucidated, as well as the increase of productivity with the use of some mineral compounds such as silicon. In view of the above, the objective of this research was to evaluate the nutrition and post-harvest quality of two varieties of yellow passion fruit, in two subsequent crops, as a function of two sources of organic fertilization, without and with application of silicon in the soil-climatic conditions of Agreste Pernambucano. The experimental design was a randomized complete block design with four replications, consisting of 12 treatments, evaluated in two consecutive seasons. Two varieties of yellow passion fruit 'Redondo amarillo' and 'BRS Sol do Cerrado' were used. The fertilizations were with tanned bovine manure (10L per pit) and tanned chicken bed (2L per pit). The silicate fertilization was with potassium silicate via soil (40ml of solution per plant). The experimental unit consisted of two plants. The leaf contents (N, P, K and Si), as well as the nitrogen, phosphorus and potassium contents, carbon and organic matter in the soil, as well as productivity, were evaluated. The fruits were evaluated for mass of the fresh matter (fruit, bark and pulp), fruit length and diameter, firmness, bark color (L, a, b, C and H), pulp color (C and H), soluble solids, titratable acidity and pulp yield. The data were evaluated through analysis of variance, and means were compared by the Tukey or F test. The interactions of organic fertilizers, especially bovine manure, with potassium silicate increased the nutrient content, both in soil and leaves, as well as productivity of yellow passion fruit. The quality of the fruits of plants submitted to organic fertilization presents physical characteristics of greater acceptance for the consumer market of yellow passion fruit.

Key words: *Passiflora edulis f. flavicarpa*, bovine manure, chicken bed, silicon

1. INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) está entre as frutíferas de maior expressão econômica, apresentando maior destaque nas últimas décadas (Pires et al., 2011; Dias et al., 2012). Esta expressividade está direcionada às características físico-químicas dos frutos e à grande aceitação do suco e da fruta “*in natura*” no mercado nacional, além das boas perspectivas para a exportação de suco concentrado para os mercados norte-americano e europeu (Faleiro et al., 2008). Além disso, está também associada às condições edafoclimáticas favoráveis para o seu crescimento, desenvolvimento e produção (Mendonça & Oliveira, 2006).

Para frutíferas perenes e semiperenes, como o maracujazeiro, os frutos constituem a maior parte da remoção de nutrientes no sistema solo-planta. Contudo, a adubação convencional não está amplamente inserida no manejo dos pomares, devido ao perfil socioeconômico dos produtores da região, que em sua grande maioria se encontram em áreas menores (Andrade Neto et al., 2015).

O maracujazeiro azedo ou amarelo já é bem difundido em áreas produtoras em todas as regiões do Brasil. Algumas variedades já são consolidadas no mercado, como a redondo amarelo, outras vem sendo inseridas no mercado como a BRS Sol do Cerrado. A redondo amarelo é uma variedade de ampla produção no Brasil, possui características de frutos com peso médio de 160g, formato ovalado, coloração de casca amarela intensa e lisa. Já em relação as características agronômicas de Boa produtividade e elevada porcentagem de frutos de boa classificação (Isla, 2018).

A variedade BRS Sol do Cerrado, ainda em amplo crescimento nas áreas produtivas, possui características de pós-colheita de frutos com peso médio entre 150 a 350 g, amarelos, grandes, com formato oblongo sendo afilados no ápice e mais arredondado na base, maior quantidade de vitamina C. Em relação a produtividade tem média de 40 t/ha. As suas características agronômicas possuem Tolerante a doenças foliares (antrocnose e virose), Resistência ao transporte, ainda possui maior tempo de prateleira e bom rendimento de polpa (Embrapa, 2008).

A matéria orgânica é um dos atributos de solo mais sensível às transformações desencadeadas pelos sistemas de manejo. Os materiais orgânicos geralmente melhoram as condições físicas e biológicas do meio, além disso, atuam

na nutrição das plantas por apresentarem na sua constituição nutrientes como N, P, S (Malavolta, 2006).

A utilização da adubação orgânica pode ser realizada também com complementos de adubos minerais. De acordo com Rizzi et al. (1998) essa complementação influencia significativamente na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional, sendo fundamental no sucesso da fruticultura.

Brito et al. (2005) verificaram que o maracujazeiro amarelo apresenta atributos adequados para consumo *in natura* e para a indústria, quando adubado com esterco de frango ou esterco de ovino associado às doses de potássio, promovendo SST entre 10,8 e 14,02 %, ATT de 8,48 a 7,57 g 100 mL⁻¹ de suco, rendimento entre 27,5 e 30,24 t ha⁻¹ e número de frutos por planta de 28 a 29 frutas, respectivamente.

O efeito da adubação orgânica no desenvolvimento, produção e qualidade de frutos de maracujá-doce, mostraram os melhores resultados quando submetidos a dose de 5 kg de esterco planta, verificando assim a melhor qualidade, maior número de frutos e maior produção por planta (Damatto Junior et al., 2005)

Para os atributos de produtividade e qualidade dos frutos, alguns mecanismos estão sendo aplicados a produção, como a adubação de outros minerais não essenciais mas que estão diretamente ligados a qualidade. Efeitos benéficos da adubação com silício têm sido observados em várias espécies vegetais, especialmente quando submetidas a estresse biótico ou abiótico. A utilização agronômica desses minerais é uma alternativa atualmente bastante viável onde são aproveitadas as características do material que podem levar à correção da acidez, incremento nos níveis de cálcio e magnésio, aumento da disponibilidade de fósforo, ferro e manganês, redução da toxicidade de alumínio (Cavichioli et al., 2014).

Pesquisas têm mostrado que o silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, propiciando proteção contra fatores abióticos, como estresse hídrico, toxidez de alumínio, ferro, entre outros; e bióticos, como a incidência de insetos-praga (Epstein, 2006).

O silício proporciona vários benefícios para as plantas, dentre os quais se destacam: O baixo coeficiente de transpiração, conferindo as plantas melhor aproveitamento da água, e aumentando a resistência a veranicos (Korndörfer & Gascho, 1999); maior teor de clorofila, aumentando assim a assimilação de nitrogênio em compostos orgânicos nas células, o suprimento de carboidratos, o fornecimento de

material para a parede celular e a atividade radicular; folhas mais eretas e diminuição do auto sombreamento; o Si depositado no caule previne o tombamento pelo fortalecimento deste; maior tolerância das plantas ao ataque de insetos e doenças e aumenta o crescimento e a produtividade (Faria, 2000).

O Silício é o segundo elemento químico mais frequente nos principais grupos de minerais formadores de rochas e solos que compõem a crosta terrestre. Embora a sua quantidade expressiva e sua relação com aumento da produção de algumas culturas, o Si não é considerado como nutriente às plantas, pelo fato de não atender o critério de essencialidade (Korndörfer et al., 2015). Por isso, o Si foi pouco estudado e não se tem informações precisas de quais os melhores métodos para sua extração e determinação em solos brasileiros (Korndörfer et al., 2004a; Mendes et al., 2011).

O silício, absorvido do solo na forma de ácido silícico, é depositado na parede celular com efeitos benéficos para as plantas e, no caso de problemas fitossanitários, é capaz de aumentar a resistência das plantas ao ataque de insetos e patógenos (Epstein, 2001). Além disso, proporciona o aumento do teor de clorofila das folhas, o metabolismo das plantas e a tolerância das plantas aos estresses abióticos, diminuir o acamamento e proporcionar ganhos de produtividade (Epstein, 2001).

Existem espécies de plantas que apresentam maior capacidade de resposta à aplicação de silício, tais como o milho, arroz, a cana, o trigo, o sorgo e as gramíneas em geral. Para estas plantas, a adubação com produtos ricos em Si tem proporcionado benefícios, principalmente quando as mesmas estão sujeitas a algum tipo de estresse, seja biótico ou abiótico (Caten, 2013).

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar as características de produção, teores de nutrientes e qualidade pós-colheita do maracujá amarelo produzido sob duas fontes de adubação orgânica, submetidos a aplicação de silício nas condições edafoclimáticas do Agreste Pernambucano.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do maracujá

O maracujazeiro (*Passiflora* spp.) é uma planta trepadeira, sublenhosa, que produz frutos em bagas (Cunha et al., 2004). O maracujá-amarelo é o mais comercial nos cultivos em todo Brasil. Sua propagação pode ser por via sexuada ou assexuada. Os pomares comerciais são estabelecidos por mudas obtidas por sementes. Deste modo, a

elevada heterozigose existente determina uma alta variabilidade das plantas, decorrendo, deste fato, a falta de uniformidade dos pomares. A propagação vegetativa, realizada por meio de estaquia ou enxertia, é utilizada na manutenção de materiais de plantio com boas características agronômicas, favorecendo a multiplicação de plantas produtivas tolerantes a pragas e doenças (Silva et al., 2005; Caten, 2013).

A fruticultura é um mercado que vem já há alguns anos com um grande potencial tanto nacional quanto (Silva et al., 2013). Segundo Buainain & Batalha (2007) a fruticultura apresenta características peculiares que a diferem de outras cadeias produtivas e que afetam sua competitividade, como a forte presença de agricultores familiares e elevada relação trabalho/capital, o que revela a importância do desenvolvimento da produção sustentável.

Mudanças nos padrões de demanda da sociedade, acompanhadas por inovações tecnológicas, têm permitido o crescimento do mercado de frutas e derivados, a taxas superiores às dos demais produtos agrícolas (Andrade; Ribeiro; Junghans, 2010).

O maracujá-amarelo tem ocupado um lugar de destaque na fruticultura, mesmo quando comparado a outras frutas tropicais com maior tradição de consumo. Sua participação no mercado de hortifrutigranjeiros é garantida, adequando-se perfeitamente a este segmento que valoriza produtos de alto valor agregado (Meletti et al., 2010). O aumento na produtividade pode ser explicado, de um lado, pela integração de bons produtores à cultura, mais a adoção da tecnologia de produção recomendada para a mesma, a utilização de sementes selecionadas e cultivares híbridas, somadas a qualidade das mudas na instalação dos pomares (Meletti et al., 2011).

Apesar de terem origem nos trópicos, as espécies comerciais de maracujazeiro desenvolvem-se em condições climáticas distintas, variando das regiões quentes dos trópicos (0° de latitude) até as de clima subtropical (35° latitude sul). A produtividade é fortemente afetada pela radiação solar, temperatura, número de horas de brilho solar e pela umidade do solo. A cultura desenvolve-se bem em regiões com altitudes entre 100 e 1.000 metros, com temperatura média anual entre 20 e 32°C e precipitação pluviométrica entre 1.200 mm e 1.900 mm. Desta forma, o fornecimento de água regular permite floração e frutificação quase contínua, desde que não existam outros fatores limitantes (Caten, 2013).

2.2 Importância da cultura do maracujá amarelo

O maracujazeiro-amarelo tem uma importância significativa no setor agrícola brasileiro, principalmente devido às características físico-químicas, além da produtividade e aceitação pelo mercado consumidor. Se destaca entre as frutas tropicais pela qualidade sensorial e farmacoterapêutica de suas folhas e frutos, teores equilibrados de sais minerais e vitaminas A e C, além da cultura apresentar ciclo relativamente curto e ser de fácil manejo, com rápido retorno econômico (Gurgel et al., 2007).

O consumo do maracujá pode ser na forma *in natura* ou polpa concentrada, que pode ser utilizado para o processamento de sucos e doces, podendo ser comercializado tanto no mercado interno quanto para a exportação (Nascimento; Calado; Carvalho, 2012). A exportação do fruto fresco é muito rara, já que o mesmo possui rápida maturação após a colheita, sendo necessário que o escoamento seja feito via transporte aéreo, encarecendo, assim, o preço final do produto (Pita, 2012). A participação da fruta no total das exportações de maracujá do Brasil vem se restringido a 1,5%, porque o mercado interno absorve quase a totalidade da produção (Meletti, 2011).

O seu cultivo pode ser em pequenas propriedades, ou a nível comercial em todos os estados do País, sendo a espécie de maior interesse comercial, atingindo cerca de 95% da área plantada no Brasil (Coelho et al., 2016).

O cultivo do maracujazeiro representa uma boa opção agrícola, por oferecer, entre as frutíferas, o mais rápido retorno econômico, uma vez que a maioria delas leva alguns anos para entrar em produção. Dependendo da época de plantio e dos cuidados no manejo, o maracujazeiro pode iniciar a produção em seis meses após o plantio, permitindo rápido retorno do capital investido (Collard et al., 2001).

Em 2015, o valor da produção do maracujá foi avaliado em R\$ 26,5 bilhões, acréscimo de 3,4% quando comparado ao obtido em 2014 (IBGE, 2015). Com área plantada de 51.187 ha, colhida 50.837 ha, quantidade produzida 694.539 t, rendimento 13.662 kg/ha, participação no total valor de produção nacional e de frutas foi de 0,3 % e 3,5 %, respectivamente. Os maiores produtores nacionais de maracujá são Bahia, Ceará, Espírito Santo, Minas Gerais e Sergipe. Cultivada em todas as regiões do país, a cultura é fonte de trabalho e renda para milhares de famílias agricultoras e para um grande número de profissionais do segmento industrial (IBGE, 2016).

O gênero *Passiflora* possui um grande número de espécies, sendo cerca de 120 nativas do Brasil (Bernacci, 2003). A espécie mais cultivada em toda a América Tropical é a *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (maracujá-amarelo). Também

conhecida como maracujá azedo com ampla utilização na indústria alimentícia e farmacológica (Faleiro et al. 2006).

No Brasil existem cerca de 150 a 200 espécies de maracujá, sendo a mais cultivada é o maracujazeiro amarelo. Seus frutos podem ser obtidos quase o ano inteiro, principalmente no Norte e no Nordeste do país, devido ao bom rendimento industrial e à qualidade dos frutos. Essa diversidade favorece as pesquisas com melhoramento da fruta, tornando o Brasil referência no assunto (Meletti et al., 2011).

Apesar do investimento inicial elevado, o pequeno produtor encontra na cultura do maracujazeiro, uma base de sustentação para a sua família e sua propriedade, e uma opção técnica economicamente viável, o que o leva a contar com produção o ano inteiro. Foi assim que a cultura se desenvolveu continuando com a agricultura familiar sendo responsável pela expansão dos pomares comerciais. Assim, a cultura do maracujá, desempenha uma função social importante, e garante um nível de emprego razoável no campo e na indústria (Meletti, 2011).

O maracujá-amarelo tornou-se uma espécie de importância significativa no agronegócio de frutas tropicais, devido à elevada cotação do suco no mercado internacional da fruta fresca no mercado interno. Como reflexo, observa-se o interesse dos produtores na expansão dos pomares, o que tem gerado uma intensa demanda por informações técnicas (Botelho et al., 2016).

2.3 Exigências nutricionais do maracujazeiro

O sucesso na formação do pomar do maracujazeiro depende da qualidade da muda e de seu adequado estado nutricional, garantindo maior pegamento e homogeneidade das plantas, podendo apresentar reflexos na precocidade de produção do pomar. O nitrogênio e o potássio estão entre os nutrientes mais requeridos pelas culturas e, frequentemente, a resposta das plantas à adubação é mais dependente da interação entre esses elementos que do nutriente isolado (Malavolta et al., 2006).

O nitrogênio tem função estrutural na planta, sendo fundamental para o crescimento vegetativo e produção estimulando o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas (Kliemann et al., 1986; Baumgartner, 1987). Assim, na sua falta, o crescimento da planta é lento, o porte é reduzido, com presença de ramos finos e em menor número (Marteleto, 1991).

Responsável pela síntese de degradação de compostos orgânicos, o potássio também atua na participação do processo de abertura e fechamento dos estômatos, síntese de proteínas de tecidos meristemáticos, na expansão celular e no balanço entre cátions e ânions; sua deficiência causa diminuição na biomassa da planta, reduzindo a produção de matéria seca e a produção dos frutos, também interferindo negativamente na qualidade dos frutos e do suco (Baumgartner, 1987; Brito et al., 2005).

O potássio, depois do nitrogênio, é o nutriente mais absorvido durante o desenvolvimento do maracujazeiro. Nos frutos, essa situação se inverte, no período da colheita, a concentração de K na casca dos frutos pode atingir o dobro em relação ao nitrogênio (Carvalho et al., 2002; Fortaleza et al., 2005). O potássio está presente na planta na forma iônica, atuando como ativador enzimático e participando de vários processos (Malavolta et al., 1989). A deficiência desse nutriente reduz o peso da planta e a produção de frutos, além de interferir na qualidade dos frutos e do suco. Apesar de o maracujazeiro absorver pouco fósforo, este é um nutriente importante nos processos de armazenamento e transferência de energia. Na sua ausência, o crescimento da planta é reduzido e a produção de frutos afetada (Baumgartner, 1987).

O equilíbrio nutricional durante o ciclo do maracujazeiro é importante para se obter altas produtividades. Para avaliação do comportamento do maracujazeiro, a associação das análises químicas do solo e a diagnose foliar, vem se mostrando útil na consecução deste objetivo, por permitir a correlação das doses de nutrientes aplicadas no solo com os teores dos mesmos na planta, como também com sua produtividade (Borges et al., 2002).

2.4 Adubação orgânica

Nos últimos anos, o cultivo do maracujá-amarelo vem sendo realizado principalmente por pequenos agricultores, na maioria dos casos com mão-de-obra familiar e poucos recursos financeiros para investir na cultura, de modo que alternativas para reduzir o custo de produção são essenciais para torná-la uma cultura viável. Em termos nutricionais, uma alternativa é a substituição do adubo mineral, de preços elevados, por produtos de origem vegetal e animal disponíveis no campo, que, além de ter preços mais acessíveis, influenciam positivamente com a matéria orgânica as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Cavalcante et al., 2015).

Essa influência é considerada fundamental para a manutenção da capacidade produtiva em qualquer ecossistema terrestre. Do ponto de vista físico, melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes. Atua também diretamente sobre a fertilidade do solo, sendo importante fonte de macro e micronutrientes, como também indiretamente, elevando o pH e aumentando a capacidade de retenção dos nutrientes (Kerbaudy, 2008).

Por isso, a adubação orgânica, ou mesmo a associação desta com a adubação mineral, constitui alternativas para os produtores. Pouco se conhece sobre o efeito desses materiais orgânicos sobre as características químicas e físicas de solos cultivados com maracujazeiro (Pires et al., 2011).

Segundo preceitos da agricultura alternativa, um adequado manejo do solo, da nutrição e do cultivo são fatores fundamentais para a sanidade da planta. Qualquer adubação que proporcione à planta uma condição fisiológica ótima, oferece-lhe o máximo de resistência ao ataque de pragas e fitopatógenos (Collard et al., 2001).

Na fertilização, o uso de materiais orgânicos adicionados aos adubos minerais, que influenciem significativamente na arquitetura do sistema radicular e no estágio nutricional, é de fundamental importância no sucesso da fruticultura (Rizzi, 1998). Ressalte-se que os materiais orgânicos devem ser escolhidos em função da disponibilidade e das suas propriedades físico-químicas. Muitas vezes, esses adubos apresentam baixos teores de nutrientes, sendo necessária complementação (Borges et al. 2002).

Souza et al. (2000) relatam que a adubação orgânica aumenta a capacidade de retenção de água no solo e disponibiliza alguns nutrientes, como nitrogênio e potássio. Dentre os elementos minerais, decréscimos da concentração do potássio na folha acarretam perdas significativas no rendimento da cultura do maracujá (Menzel et al., 1993). Malavolta (1994) reporta que a deficiência do potássio provoca clorose seguida de necrose nas margens das folhas, diminuição no crescimento dos ramos, perda de folhas e aumento na abscisão de flores, ocorrendo também atraso na floração, queda prematura de frutos e baixo teor de sólidos solúveis totais nas frutas. Porém, o excesso de potássio no solo pode inibir a absorção do magnésio, elemento vital no processo fotossintético (Brito et al., 2005).

2.5 Silício como adubo e sua importância

O silício é um elemento benéfico para o crescimento das plantas (Fauteux et al., 2005). Tem sido demonstrado que está relacionado ao aumento de clorofila e à melhoria no metabolismo da planta, ao aumento na tolerância das plantas a estresses ambientais, como frio, calor e seca, reduzindo o desequilíbrio de nutrientes e a toxicidade dos metais na planta, reforçando as paredes celulares de plantas e aumentando a resistência a patógenos e a pragas, além da melhoria da qualidade das culturas agrícolas e produtividade, em uma grande variedade de espécies de plantas (Epstein, 2001; Liang et al., 2007; Ma; Yamaji, 2006, 2008; Richmond; Sussman, 2003).

Fatores de estresse, tanto bióticos quanto abióticos, induzem distúrbios fisiológicos que conduzem à perda do rendimento. Embora o silício não seja um elemento essencial para o crescimento e o desenvolvimento de plantas superiores, de acordo com Epstein (2001), sob condições de estresse, o tratamento com silício pode causar notável diferença no seu desempenho. Este elemento é também aplicado na forma de silicatos, como, por exemplo, silicato de sódio e silicato de potássio, como adubos líquidos ou aplicações foliares, e pode também ser adicionado ao meio na forma de cinza de casca de arroz (Frantz et al., 2005; Kamenidou; Cavins; Marek, 2010; Rodrigues, 2010).

Por não ser considerado um elemento essencial as plantas, o silício não tem sido muito estudado na formação de mudas em casa de vegetação. Contudo, do ponto de vista fisiológico, esse elemento tem demonstrado efeito benéfico sobre o aumento de produção de diversas culturas (Gomes et al., 2008). Para estes mesmos autores, acredita-se que o silício possa interferir na arquitetura das plantas, ao proporcionar folhas mais eretas, o que significa maior eficiência fotossintética. O Si também promove uma barreira mecânica e acúmulo de compostos fenólicos, que impedem a infecção por patógenos e diminuem a palatabilidade aos insetos-praga (Goussain et al., 2002; Terry; Joyce, 2004).

Tendo em vista que o método de controle mais empregado pelos agricultores é o químico, e sabendo que os inseticidas afetam os insetos polinizadores, como as mamangavas (Gallo et al., 2002), o Si pode então ser utilizado como alternativa para substituir ou diminuir o uso de produtos químicos no controle de pragas e doenças, de forma preventiva, como relatado em pulgões na cultura do trigo (Costa et al., 2007;

Gomes et al., 2005) e em lagartas na cultura do milho (Goussain et al., 2002; Neri et al., 2005).

O silício é absorvido pelas raízes na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4), uma molécula de carga neutra e, nessa mesma forma, é transportado até a parte aérea, pelo xilema. Nas folhas, a perda de água por transpiração faz com que o ácido monossilícico se concentre e polimerize em sílica (SiO_2), depositando-se nos diferentes tecidos vegetais (Ma; Yamaji, 2006). O transporte de silício a longa distância, da raiz até a parte aérea, é realizado essencialmente via apoplasto. O transporte de silício nas paredes celulares e espaços intercelulares para o lúmen das células e citosol, envolve difusão e fluxo de massa (Raven, 2001).

A absorção de silício está relacionada a alguma forma de defesa, seja ela contra estresse biótico ou abiótico. Assim, as plantas absorvem mais desse elemento nestas condições e, com isso, resistem melhor a esse distúrbio (Dallagnol et al., 2009). A concentração de sílica é maior na parte aérea que na raiz e é maior nas folhas velhas em relação as folhas novas (Wiese; Nikolic; Romheld, 2007), em algumas culturas.

Dessa forma, a adição do silício ao substrato pode promover efeitos benéficos as plantas, como o aumento da rigidez na parede celular, elevando as taxas de crescimento e sobrevivência das plântulas (Camargo; Korndörfer; Pereira, 2007).

O efeito benéfico do silício, no acúmulo de fitomassa em plantas cultivadas está associado a alterações na estrutura das plantas, permitindo, por exemplo, a melhor captação de energia solar e redução do acamamento. Embora ainda seja desconhecida a função do Si no metabolismo vegetal (Epstein; Bloom, 2006), postula-se que esse elemento solubilizado na planta tem papel na síntese de moléculas de defesa em plantas (Ma; Yamaji, 2008).

Desse modo, o silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal indiretamente, causando aumento no teor de clorofila nos tecidos foliares, alterando a arquitetura das plantas, tornando-as mais eretas e evitando o autossombreamento excessivo, atrasando a senescência, aumentando a rigidez estrutural dos tecidos, protegendo as plantas de agentes bióticos e abióticos (Epstein; Bloom, 2006; Ma; Yamaji, 2008; Marschner, 1995).

Há poucos estudos sobre os efeitos do silício no crescimento das plantas, com a maior parte das publicações tratando de aspectos nutricionais e do papel benéfico desse elemento na resistência a estresse biótico, com eventual avaliação da produtividade final do cultivo (Reis et al., 2008). Além desse aspecto, os efeitos benéficos do Si não são

sempre constatados. Ma; Yamaji (2008) comenta que os efeitos benéficos do Si no crescimento vegetal, são comumente verificados em plantas em condições de estresse.

A falta de silício afeta negativamente a síntese de DNA e de clorofila em diatomáceas (Raven, 2001). No entanto, não há relatos sobre o excesso de silício alterando o conteúdo de DNA de plantas (Caten, 2013).

No solo, uma pequena fração do silício total está presente na solução do solo, como ácido monossilícico (H_4SiO_4) desprovido de carga elétrica, e o restante encontra-se na forma não dissociada, nas frações do solo. A solubilidade do elemento ocorre na faixa de pH entre 4 a 9, sendo controlada principalmente pelo pH dependente das reações de adsorção dos sesquióxidos (Ferreira, 2008).

As principais fontes de ácidos silícicos presente na solução do solo vem da decomposição de resíduos vegetais, dissociação de ácido silícico polimérico, liberação de silício dos óxidos e hidróxidos de Fe e Al, dissociação de minerais cristalinos, adição de fertilizantes silicatados e água de irrigação, e os principais drenos incluem a precipitação do silício em solução, polimerização do ácido silícico, lixiviação, adsorção em óxidos e hidróxidos de Fe e Al e a absorção pelas plantas, (Lima Filho, 1999).

Os elementos minerais que estimulam o crescimento das plantas, porém não atendem a todos os critérios de essencialidades ou os que são essenciais somente para certas espécies ou sob condições específicas, são denominados de elementos benéficos e entre esses o silício que tem um papel importante nas relações planta-ambiente, por dar às culturas melhores condições para suportarem adversidades edafoclimáticas e biológicas, atuando como um antiestressante natural (Caten, 2013).

As plantas diferem na sua capacidade em absorver silício. A variação é resultado tanto da fisiologia das diferentes espécies, quanto do ambiente onde as plantas se desenvolvem. A diferença ocorre até mesmo entre genótipo de uma mesma espécie (Chagas, 2004). Existem na planta três locais reconhecidos de deposição de silício: a parede celular, o lúmen celular e os espaços intercelulares nos tecidos das raízes, talos ou na camada extracelular da cutícula (Sangster et al., 2001).

O transporte do silício, para os órgãos das plantas ocorre a favor de um fluxo de transpiração, sendo que o acúmulo pode ser regulado pela produção de matéria seca. A relação entre acúmulo e produção segue um comportamento em curva sigmoideal (Mauad, 2006). Esta curva pode ser repetida muitas vezes ao longo da vida da planta, de acordo com as estações do ano, mostrando a relação direta do acúmulo de silício com as condições climáticas e da transpiração (Motomura et al., 2002; Caten, 2013).

Não existe ainda definição para a quantidade máxima de silício a ser utilizada pela planta. Tudo indica que, quanto mais silício ela absorver maiores serão seus efeitos. Ainda não se constatou efeito tóxico do silício nas plantas, não havendo limites para a aplicação desse elemento. O limite acontece se for considerado o efeito corretivo dos silicatos, isto é, quando a dose de silicatos provocarem aumentos de pH e de saturação por bases acima dos valores desejados. Neste caso, podem acontecer desequilíbrios nutricionais, principalmente de micronutrientes catiônicos (cobre, ferro, zinco e manganês) e de fósforo, devido aos processos de insolubilização (Korndörfer et al., 2004b).

O efeito do Si no controle de pragas, seu modo de ação e sua atuação na epidemia de diversos patossistemas ainda não estão totalmente esclarecidos. Existe a hipótese de formação de barreira física, fundamentada na forma de Si acumular-se nas plantas. Em seu movimento ascendente via apoplasto desde as raízes até as folhas, o Si polimeriza-se nos espaços extracelulares, acumulando-se nas paredes das células epidérmicas das folhas e dos vasos do xilema (Fawe et al., 2001). Contudo, a alteração da nutrição da planta promovida pela adubação silicatada e a observação de aumento da atividade de enzimas como peroxidase e polifenoloxidase, presença de fitoalexinas em plantas suplementadas com Si, levantaram também a hipótese de seu envolvimento na indução das reações de defesa da planta (Belanger; Menzies, 2002; Bélanger et al., 2003; Pozza et al., 2004).

Os efeitos benéficos que o silício proporciona às plantas estão associados, à retenção de metais nas raízes e na inibição da translocação para a parte aérea (Shi et al., 2005a), distribuição mais homogênea de metais na planta, formação de complexos Si-polifenóis nos tecidos (Maksimovic et al., 2007), redução da peroxidação dos lipídios da membrana das células, via estimulação de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos (Shi et al., 2005b), aumento da taxa fotossintética, através da melhoria da arquitetura foliar, redistribuição do manganês na planta (Goussain et al., 2002; Basagli et al., 2003; Korndörfer et al., 2004a), formação de nódulos em leguminosas, proteção contra temperaturas extremas, aumento da massa individual das sementes, fertilidade dos grãos de pólen, produção de carboidratos e açúcares (Lima Filho, 2002), prevenção contra o progresso da senescência foliar, distribuição de clorofila, aumento da resistência ao ataque de insetos praga, nematoides, doenças fúngicas, redução da taxa de transpiração através do controle do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos (Korndörfer et al., 2002; Michereff et al., 2005; Caten, 2013).

Os silicatos são as principais fontes de Si para a agricultura, mas para que sejam empregados é necessária a retirada dos metais pesados, algumas vezes em alta concentração, o que pode provocar sérios problemas ambientais. Com a sua aplicação no solo, o pH aumenta, os teores de Al^{+3} diminuem, a saturação por bases aumenta e a saturação por Al diminui. Isto acontece porque os silicatos promovem a reação dos ânions SiO_3^{-2} com a água, liberando hidroxilas (OH^+) para a solução do solo. Os silicatos são aplicados principalmente na forma sólida (pó ou granulado), mas também podem ser aplicados na forma líquida (via solo ou foliar) (Korndörfer, et al. 2003; Mendes et al., 2011).

Apesar de não se compreender ao certo os mecanismos envolvidos no processo de absorção do silício pelas plantas, é crescente o número de pesquisas que evidenciam o benéfico da utilização dos silicatos para inúmeras espécies. A tolerância das plantas, associadas ao uso do Si e às condições de seca, por exemplo, tem sido atribuída ao acúmulo de enzimas na parte aérea, indicando ser um mecanismo regulador de mudanças fisiológicas na planta, a partir da redução do potencial hídrico celular, levando, conseqüentemente, ao fechamento dos estômatos e ao desenvolvimento de processos reguladores de perda de água (Neri et al., 2009).

REFERÊNCIAS

- Alcântara, A.S.A. Características agronômicas do feijoeiro em função de doses de silício e bioestimulante. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2015.
- Andrade Neto, R.C.; Ribeiro, A.M.A.S.; Almeida, U.O.; Negreiros. Caracterização química, rendimento em polpa bruta e suco de diferentes genótipos de Maracujazeiro azedo. **J.R.S. I ENAG 2015**, Bananeiras, PB. Dez..2015
- Andrade, S.R.M. de; Ribeiro, L.M.; Junghans, T.G. **Limpeza clonal de maracujá para eliminação do vírus do endurecimento do fruto**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.
- Basagli, M.A.B., Moraes, J.C., Carvalho, G.A., Ecole, C.C., Gonçalves-Gervásio, R.C.R. Effect of sodium silicate on the resistance of wheat plants to green-aphids *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, 2003.
- Baumgartner, J.G. Nutrição e adubação. In: Ruggiero, C. ed. **Maracujá**. Ribeirão Preto, UNESP, SP: 1987.

Bélanger, R.R.; Benhamou, N.; Menzies, J.G. Mineral nutrition in the management of plant diseases. **Phytopathology** 93(4):402-12. 2003.

Bélanger, R.R.; Menzies, J.G. **How does silicium protect plants against disease? Dogma versus new hypothesis**, in: 42 Congresso Brasileiro de Olericultura, Uberlândia, CDROM. 2002.

Bernacci, L. C. Passifloraceae. In: Wanderley, M. G. L., Shepherd, G. J., Giulietti, A. M., Melhem, T. S. (Ed.). **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: RiMa, FAPESP, 2003.

Borges, A.L.; Caldas, R.C.; Lima, A.A.; Almeida, I.E. **Efeito de doses de NPK sobre os teores de nutrientes nas folhas e no solo, e na produtividade do maracujazeiro Amarelo**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 208-213, abril 2002.

Botelho, S.C.C.; Miguel-Wruck, D.S.; Roncatto, G.; Oliveira, S.S.; Botelho, F.M.; Wobeto, C. Qualidade pós-colheita de maracujá-amarelo em função de porta-enxertos e ambientes de cultivo. **Comunicata Scientiae** 7(4): 504-512, 2016.

Brito, M.E.B.; Melo, A.S.; Lustosa, J.P.O.; Rocha, M.B.; Viégas, P.R.A.; Holanda, F.S.R. Rendimento e qualidade da fruta do maracujazeiro-amarelo adubado com potássio, esterco de frango e de ovino. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 260-263, Agosto 2005.

Buainain, A. M.; Batalha, M. O. (coord.). **Cadeia produtiva de frutas, série agronegócios**. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 102 p., 2007.

Camargo, M.S.; Korndörfer, G.H.; Pereira, H.S. Solubilidade do silício em solos: influência do calcário e ácido silícico aplicados. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 637-647, 2007.

Campos, V.F.; Cavalcante, L.F.; Dantas, T.A.G.; Mota, J.K.M.; Rodrigues, A.C.; Diniz, A.A. Caracterização física e Química de frutos de maracujazeiro-amarelo sob adubação potássica, biofertilizante e cobertura morta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.9, n.1, 2007.

Carvalho, A.J.C. de, Monnerat, P.H., Martins, D.P., Bernardo, S., Silva, J.A. da. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 2002.

Caten, A. Efeito de silicato e tensões de água no solo no crescimento de maracujazeiro amarelo. **Tese doutorado**, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

Cavalcante, L.F.; Mesquita, F.O.; Nunes, J.C.; Diniz, A.A.; Lima Neto, A.J.; Souto, A.G.L.; Souza, J.T.A. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio após poda - segunda safra. **Agropecuária Técnica (2015)** Volume 36 (1): 35-49, Paraíba, 2015.

Cavichioli, J.C., Kasai, F.S., Nasser, M.D. 2014. Produtividade e características físicas de frutos de *Passiflora edulis* enxertado sobre *Passiflora gibertii* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura** 36: 243-247, 2014.

Chagas, R.C.S. *Avaliação de fontes de silício para as culturas do arroz e milho*. Tese (Doutorado) – Piracicaba – SP, Universidade de São Paulo –ESALQ, 80p. 2004.

Coelho, E.M.; Azêvedo, L.C.; Umsza-Guez, M.A. Fruto do maracujá: importância econômica e industrial, produção, subprodutos e prospecção tecnológica. **Cad. Prospec.**, Salvador, v. 9, n. 3, p.347-361, jul./set.. 2016

Collard, F.H.; Almeida, A.; Costa, M.C.R.; Rocha, M.C. Efeito do uso de biofertilizante agrobio na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora Edulis* F. *Flavicarpa* Deg). **Rev. Biociênc.**, Taubaté, V.7, N.1, P.15-21, Jan.-Jun. 2001.

Costa, R. R.; Moraes, J. C.; Antunes, C. S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (hemiptera: aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p.393-397, 2007.

Cunha, M. A. P. **Maracujá**: produção e qualidade na passicultura, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004.

Dallagnol, L.J. Defective active silicon uptake affects some components of rice resistance to brown spot. **Phytopathology**, St. Paul, v. 99, n. 1, p. 116-121, jan. 2009.

Damatto Junior, E.R.; Leonel, S.; Pedroso, C.J. Adubação Orgânica Na Produção E Qualidade De Frutos De Maracujá-Doce. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 188-190, Abril 2005.

Dias, T.J., Cavalcante, L.F., Nunes, J.C., Freire, J.L. de O., Nascimento, J.A.M. (2012) Qualidade física e produção do maracujá amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 33(1):2905-2918.

Embrapa. Híbrido BRS Sol do Cerrado SC1. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1038/maracuja-azedo-brs-sol-do-cerrado-brs-sc1> Acesso em: 20 de jan 2018.

Epstein, E. Silicon in plants: facts vs concepts. In: Datnoff, L. E.; Snyder, G. H.; Korndörfer, G. H. **Silicon in agriculture**. Netherlands: Elsevier Science, 2001.

Epstein, E.; Bloom, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Planta. 2006.

Faleiro, F.B., Junqueira, N.T.V., Braga, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

Faleiro, F.B., Junqueira, N.T.V., Braga, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006.

Faria, R. Efeito da acumulação de silício e a tolerância das plantas de arroz do sequeiro ao déficit hídrico do solo. 2000. 125F. **Dissertação** (Mestrado), Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras, 2000.

Fauteux, F. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 249, p. 1-6, 2005.

Fawe, A.; Menzies, J.G.; Chérif, M.; Bélanger, R.R. Silicon and disease resistance in dicotyledons, in: Datnoff, L. E.; Snyder, G. H.; Korndörfer, G. H. (eds.). **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001.

Ferreira, S.M. (2008). **O efeito do silício na cultura do algodoeiro (*Gosypium hirsutum* L.): aspectos bioquímicos, qualidade da fibra e produtividade**. Tese (Doutorado) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 67p.2008.

Fortaleza, J.M.; José Ricardo Peixoto, J.R.; Junqueira, N.T.V.; Oliveira, A.T.; Rangel, L.E.P. **Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-Azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 124-127, Abril 2005.

Frantz, J.M. et al. Silicon is deposited in leaves of New Guinea impatiens. **Plant Health Progress**, St. Paul, v. 217, p. 1, Feb. 2005. Disponível em: <<http://www.plantmanagmentnetwork.org/sub/php/research/2005/silicon>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R.P.L.; Batista, G.C. De; Berti Filho, E.; Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramim, J.D.; Marchini, L.C.; Lopes, J.R.S.; Omoto, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

Gao, X. Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. **Journal of Plant Nutrition**. v.29, p.1637–1647, 2006.

Gomes, F.B. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 2, p.185-190, mar./abr. 2008.

Gomes, F.B.; Moraes, J.C.; Santos, C.D.; Goussain, M.M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p.547-551, 2005.

Goussain, M.M.; Moraes, J.C.; Carvalho, J.G.; Nogueira, N. L. Rossi, M.L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.2, p. 305-310, 2002.

Gurgel, R.L.S., Souza, H.A., Teixeira, G.A., Mendonça, M., Ferreira, E. Adubação fosfatada e composto orgânico na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Maracujá**: área plantada e quantidade produzida. Brasília, 2016. (Produção Agrícola Municipal, 2016). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, Volume 42. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2015.

Isla. **Variedade Redondo Amarelo**. Disponível: <https://isla.com.br/cgi-bin/detalhe.cgi?id=159> Acesso: 20 de jan de 2018.

Kamenidou, S.; Cavins, T.J.; Marek, S. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. **Scientia Horticultura**, Amsterdam, v. 123, p. 390-394, 2010.

Kerbauy, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2 ed. 2008.

Kliemann, H.J.; Campelo Junior, J.H.; Azevedo, J.A. de; Guilherme, M.R.; Gen, P.J. de C. Nutrição mineral e adubação do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims). In: HAAG, H.P., ed. **Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1986.

Korndörfer, G. H.; Gascho, G. J. **Avaliação de fontes de silício para arroz**, in: I Congresso Nacional de Arroz Irrigado, Pelotas, p. 313-6. 1999.

Korndörfer, G.H, Pereira, H.S., Camargo, M.S. *Silicato de cálcio e magnésio na agricultura*. 3.ed., Uberlândia: UFU/ICIAG, 28p. (**Boletim Técnico**, 2). 2004a.

Korndörfer, G.H., Pereira, H.S., Camargo, M.S. *Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura*. (**Boletim técnico**, 1). GPSi-ICIAG-UFU, 23p, 2002.

Korndörfer, G.H., Pereira, H.S., Nola, A. *Análise de silício: solo, planta e fertilizante*. (**Boletim técnico**, 2). Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2004b.

Korndörfer, G.H. **Uso do silício na agricultura (2015)**. Disponível em: <http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Efeitos/Efeitos.htm>, Acesso em 21/03/2017.

Liang, Y. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. **Environ. Pollut.**, v. 147, p. 422-428, 2007.

Lima Filho, O.F. Silício: produtividade com qualidade na lavoura. **Revista Terra**. Dourados, p.28-29. 2002.

Lima Filho, O.F., Lima, M.T.G., Tsai, S.M. O silício na agricultura. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, 1999.

Lima, M. de A.; Castro, V. F. De; Vidal, J. B.; Eneas, F, J. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica** [online]. vol.42, n.2, 2011.

- Ma, J.F.; Yamaji, N. A silicon transporter in rice. **Nature**, London, v. 440, p. 688-691, 2006.
- Ma, J.F.; Yamaji, N. Functions and transport of silicon in plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, Basel, v. 65, p. 3049-3057, 2008.
- Maksimovic, J.D., Bogdanovic, J., Maksimovic, V., Nikolic, M. Silicon modulates the metabolism and utilization of phenolic compounds in cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown at excess manganese. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, 170 (6):739–744. 2007.
- Malavolta, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1. ed. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.
- Malavolta, E. **Nutrición y fertilización del maracuya**. Quito: INPOFOS, 1994, 53p.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1989.
- Marschner, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London, Academic Press, 1995.
- Marteletto, L.O. Nutrição e adubação. In: SÃO JOSÉ, A.R.; FERREIRA, F.R.; VAZ, R.L., ed. **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1991.
- Mauad, M. *Desenvolvimento e marcha de absorção de silício em planta de arroz sob condição de déficit hídrico e adubação silicatada*. Tese (Doutor em agronomia) – Botucatu – SP, Faculdade de Ciência Agronômica, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, p.107. 2006.
- Meletti, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 083-091, Outubro 2011.
- Meletti, L.M.M.; Oliveira, J.C.; Ruggiero, C. **Maracujá**. Série Frutas Nativas (6). Jaboticabal, SP: Funep. 2010.
- Mendes, L.S.; Souza, C.H.E.; Machado, V.J. Adubação com silício: influência entre solo, planta e patógeno. **Cerrado Agrociências**. UNIPAM. Set, 2011.
- Mendonça, V., Oliveira, T.K. de. Adensamento, desbaste e análise econômica na produção do maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2006.
- Menzel, C.M.; Haydon, G.E.; Doogan, V.J.; Simpson, D.R. New standard leaf nutrient concentrations for passion fruit based on seasonal phenology and leaf composition. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.68, n.2, p.215-230, 1993.
- Michereff, S.J, Andrade, D.E.G.T., Peruch, L.A.M., Menezes, M. Importância dos patógenos e doenças radiculares em solos tropicais. In: Michereff, S.J., Andrade, D. E.

G. T., Menezes, M. (Eds). ***Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais***. Recife: UFRPE. Imprensa Universitária, 1-18p. 2005.

Mitani, N.; Ma, J.F. Uptake system of silicon in different plant species. **Journal Experimental Botany**, Oxford, v. 56, p. 1255-1261, 2005.

Motomura, M., Mita, N., Suzuki, M. Silica accumulation in long-lived leaves of *Sasa Veitchii* (Carrière) Rehder (Poaceae-Bambusoideae). *Annals of Botany*, Oxford, 90:149-152. 2002.

Nascimento, T.A.; Calado, V.; Carvalho, C.W.P. Development and characterization of flexible film based on starch and passion fruit mesocarp flour with nanoparticles. **Food Research International**, n.49, p.588–595, 2012.

Neri, D. K. P. Gomes, F. G.; Moraes, J. C.; Góes, G. B. Marrocos, S. T. P. Influência do silício na suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ao inseticida lufenuron e no desenvolvimento de plantas de milho. **Ciência Rural** [online], vol.39, n.6, 2009.

Neri, D.K.P.; Moraes, J.C.; Gavino, M.A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p.1167-1174, 2005.

Neves, M. G.; Silva, J. N.; Silva, L. S.; Souza, L. C. **Teores de Prolina, Aminoácidos e Proteínas Solúveis Totais em Resposta a Deficiência Hídrica e Concentrações de Silício em Plantas de Milho**. Anais do XXIX Congresso Nacional de milho e sorgo - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012.

Nunes A. da S. (2012). **Nutrição Mineral de Plantas**. Disponível em: <http://anisionunesdotcom.files.wordpress.com/2012/07/apostila_nutricao.pdf>. Acesso em: 21/11/2016.

Pires, M.M.; São José, A.R.; Conceição, A.O. **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ed. UESC. Ilhéus-BA, 2011.

Pita, J. S.L. **Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo**. 77 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

Pozza, A.A.A.; Alves, E.; Pozza, E.A.; Carvalho, J.G.; Montanari, M.; Guimarães, P.T.G.; Santos, D.M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, 29(2)185-8. 2004.

Raven, J.A. Silicon transport at the cell and tissue level. In: DATNOFF, L.E. et al. (Ed.). **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001.

Reis, M.A. dos; Arf, O.; Silva, M.G. da; Sá, E.M. de, Buzetti, S. Aplicação de silício em arroz de terras altas irrigado por aspersão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, 2008.

Richmond, K.E.; Sussman, M.R. Got Silicon? The non-essential, beneficial plant nutrient. **Current Opinions in Plant Biology**, Cambridge, v. 6, p. 268-272, 2003.

Rizzi, L.C.; Rabelo, L.R.; Morini Filho, W.; Savazaki, E.T.; Kavati, R. **Cultura do maracujá-azedo**. (Boletim Técnico, 235). Campinas: CATI, 1998.

Rodrigues, F. A. **Silício na agricultura**. 5. ed. Viçosa, MG: UFV, 2010.

Sangster, A.G., Hodson, M.J., Parry, D.W. Silicon deposition and anatomical studies in the inflorescence bracts of four *Phalaris* species with their possible relevance to carcinogenesis. **New Phytologist**, 93:105-122. 2001.

Shi, Q.H., Bao, Z.Y., Zhu, Z.J., He, Y., Qian, Q.Q., Yu, J.Q. (2005a) Silicon mediated alleviation of *Mn* toxicity in *Cucumis sativus* in relation to activities of superoxide dismutase and *ascorbate peroxidase*. **Phytochemistry**, 66, 2005a.

Shi, X.H., Zhang, C.C., Wang, H., Zhang, F.S. (2005b) Effect of Si on the distribution of Cd in rice seedlings. **Plant and Soil**, 272 (1-2): 53-60. 2005b.

Silva, F.M., Corrêa, L.S., Boliani, A. C., Santos, P.C. Enxertia de mesa em *P. edulis Sims f. flavicarpa Deg.* sobre *Passiflora alata Curtis*, em ambiente de nebulização intermitente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2005.

Silva, J.F. **Resposta do maracujazeiro-amarelo ao biofertilizante bovino aplicado ao solo na forma líquida**. Trabalho de conclusão de curso. CCA/UFPB, Areia, PB., 2000.

Silva, T.M.T.; Lima, W.L.; Rangel, O.J.P.; Ferrari, J.L.; Oliveira, F.L. Panorama da fruticultura no Espírito Santo – Brasil. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 5, p. 81 - 89, (Edição Especial) dezembro, 2013.

Souza, H.U. de; Resende e Silva, C.R. de; Carvalho, J.G.; Menegucci, J.L.P. Nutrição de mudas de bananeira em função de substratos e doses de superfosfato simples. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, p.64-73, 2000.

Terry, L.A.; Joyce, D.C. Elicitors induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.32, p.1-13, 2004.

Wiese, H.; Nikolic, M.; Romheld, V. Silicon in plant nutrition. In: Sattelmacher, B.; Horst, W. J. (Ed.). **The apoplast of higher plants**: compartment of storage, transport and reactions. Dordrecht: Springer, 2007.

Capítulo I

Teores nutricionais e produtividade do maracujá-amarelo quando submetido a adubação orgânica e silicatada

Teores nutricionais e produtividade do maracujá-amarelo quando submetido a adubação orgânica e silicatada

Resumo

A adubação, frequentemente, aumenta as produções agrícolas, devido ao aumento do vigor vegetal, baseando-se na disponibilidade dos nutrientes no solo e nas folhas para maior absorção das plantas. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência de duas fontes de adubação orgânica e silicatada, sobre os teores foliares de alguns nutrientes e a produtividade do maracujazeiro amarelo. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições, avaliado em duas safras seguidas. Foram utilizadas duas variedades de maracujá amarelo 'Redondo amarelo' e 'BRS Sol do Cerrado'. As adubações foram com esterco bovino curtido (10 L por cova) e cama de frango curtido (2 L por cova). A adubação silicatada foi com silicato de potássio via solo (40 ml da solução por planta), com e sem. Foram avaliados os teores foliares de N, P, K e Si, assim como os teores de nitrogênio, fósforo e potássio, carbono e matéria orgânica no solo, bem como a produtividade. Ao se associar o silicato de potássio aos adubos orgânicos os teores de carbono e de matéria orgânica no solo aumentaram. As interações com adubos orgânicos, principalmente esterco bovino, com o silicato de potássio aumentaram os teores de nutrientes tanto no solo como nas folhas, assim como a produtividade do maracujá-amarelo.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*; esterco bovino; silicato de potássio; análise foliar

Abstract

Fertilization often increases agricultural yields due to the increase in plant vigor, based on the availability of nutrients in the soil and leaves for greater plant absorption. The objective of this research was to evaluate the influence of two sources of organic fertilization and silicate, in relation to the nutritional contents of yellow passion fruit. The experimental design was a randomized complete block design, with four replications, evaluated in two consecutive seasons. Two varieties of yellow passion fruit 'Redondo amarillo' and 'BRS Sol do Cerrado' were used. The fertilizations were with tanned bovine manure (10 L per pit) and tanned chicken bed (2 L per pit). The silicate fertilization was with potassium silicate via soil (40 ml of solution per plant). N, P, K

and Si leaf contents, as well as nitrogen, phosphorus and potassium contents, carbon and organic matter in the soil, as well as productivity, were evaluated. By associating potassium silicate with organic fertilizers, the carbon and organic matter in the soil show greater availability. The interactions with organic fertilizers, especially bovine manure, with potassium silicate show greater efficiency for the nutrients available in both soil and leaves, as well as the productivity of yellow passion fruit

Key words: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*; cattle manure; potassium silicate; foliar analysis

INTRODUÇÃO

Na agricultura atual, a tecnologia de produção vem unida a novas técnicas de manejo, inclusive para nutrição das plantações (Freddi et al., 2007), reduzindo a utilização de insumos químicos em exagero, tomando-se o cuidado para que esses manejos não interfiram na qualidade pós-colheita dos produtos comerciáveis. Dentro desse aspecto, várias tecnologias de manejo veem sendo utilizadas, dentre elas estão a adubação orgânica, e o uso de produtos que tenham um efeito positivo de incremento de qualidade da planta, como o silício (Silva et al., 2010).

A adubação, frequentemente, aumenta as produções agrícolas, devido ao aumento do vigor vegetal das plantas. No entanto, a prática de adubação deve exigir conhecimentos sobre as características morfofisiológicas da planta, além daquelas relacionadas com a disponibilidade dos nutrientes no solo e com seu comportamento na planta (Espindula et al., 2010).

A maioria das regiões produtoras de maracujá convive com uma baixa produtividade, devido à falta de tecnologia, desde a produção das mudas até a manutenção da cultura. Os ciclos alternados de vegetação e de produção apresentados pelo maracujazeiro amarelo exigem ótimo estado nutricional das plantas em todas as fases do processo produtivo, pois há grande demanda por energia na planta e forte drenagem de nutrientes das folhas para os frutos em desenvolvimento, reduzindo a intensidade vegetativa da planta, requerendo, assim, um programa de adubação que permita a manutenção da cultura em estado nutricional adequada (Costa, 2008).

Nos últimos anos, o cultivo do maracujá-amarelo vem sendo realizado principalmente por pequenos agricultores, na maioria dos casos com mão-de-obra familiar e poucos recursos financeiros para investir na cultura, de modo que alternativas

para reduzir o custo de produção são essenciais para torná-la uma cultura viável. Em termos nutricionais, uma alternativa é a substituição ou redução do adubo mineral, de preços elevados, por produtos de origem vegetal e animal disponíveis no campo, que, além de ter preços mais acessíveis, influenciam positivamente com a matéria orgânica as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Pires et al., 2008).

Por isso, a adubação orgânica, ou mesmo a associação desta com a adubação mineral, constitui alternativas para os produtores desta região. Pouco se conhece sobre o efeito desses materiais orgânicos sobre as características químicas e físicas de solos cultivados com maracujazeiro (Pires et al., 2011).

Do ponto de vista da característica física do solo, a adubação orgânica melhora a sua estrutura, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes. Atua também diretamente sobre a fertilidade do solo, sendo importante fonte de macro e micronutrientes, como também indiretamente, elevando o pH e aumentando a capacidade de retenção dos nutrientes (Cavalcante et al., 2015).

Essa técnica tem como finalidade principal a incorporar nutrientes no solo, além da preservação e restauração da produtividade das áreas em cultivo e do ambiente, com aproveitamento mais adequado do solo, das máquinas e insumos. Ainda, deve ser avaliada no conjunto do sistema produtivo e pelos resultados esperados e obtidos a médio e a longo prazo (Barbosa et al., 2013).

Uma das alternativas, também como subsídio a nutrição do maracujazeiro pode vir a ser o uso de adubação silicatada. Embora a essencialidade do silício não tenha sido comprovada, existem várias culturas hortícolas que absorvem quantidades significativas, como o pepino, a abobrinha, o melão, o feijão e o morango (Korndörfer, 2015). Ludwig et al. (2015) relataram que a aplicação de silício melhora a arquitetura das folhas, deixando-as mais eretas, o que promove uma melhor interceptação de luz, refletindo na fotossíntese, na produção de carboidratos e na produtividade. Adubos contendo silício são atualmente usados em vários países e este elemento tem sido considerado chave para a sustentabilidade, não apenas da agricultura convencional, mas também da agricultura orgânica e biodinâmica.

Com base nesse contexto objetivou-se com este experimento avaliar a influência de duas fontes de adubação orgânica e silicatada, sobre os teores foliares de nutrientes e a produtividade do maracujazeiro amarelo.

MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi conduzido no sítio Nossa Senhora Aparecida, no município de Caruaru, Agreste Pernambucano, com coordenadas geográficas Latitude: 08°20'08,77" S e Longitude: 36°00'04,79"O, no período de julho de 2015 a abril de 2016.

Antes do preparo da área para a implantação do experimento foi realizada coletas de amostras de solo nas camadas de 0-20 cm, para uma caracterização física e química do solo (Tabela 1). Também foi determinado o teor de matéria orgânica dos adubos orgânicos utilizados (Tabela 2).

Tabela 1. Atributo químico e físico do solo da área experimental. Caruaru, PE. Junho 2015.

Fertilidade											
pH	P	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺ ₂	SB	CTC	M.O.
Água (12,5)	.....	mg/dm ³	.....	.....	.....	cmol _c /dm ³	.....	.....	.....	.....	-g/kg-
5,8	17,52	-	173,15	0,07	3,04	0,00	0,42	0,50	1,44	4,47	19,58

P,K,Na: Extrator Mehlich 1	SB: Soma de bases trocáveis
H+Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5M, pH 7.0	CTC: Capacidade de Troca Catiônica
Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1M	M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black

Física									
Areia	Silte	Argila	Argila dispersa	Grau de flocculação	Densidade do solo	Densidade partículas	Porosidade total	Umidade	Classe textural
270,5	0,05-0,002	<0,002						0,01 0,33 1,50	
Mm	mm	mm						MPa	
.....g/kg.....			-g/kg-	-kg/dm ³ -	-g/cm ³ -	-kg/dm ³ -	-m ³ /m ³ -	mg/kg	
706	147	147	-	-	-	-	-	-	Franco arenoso

Tabela 2. Teor de matéria orgânica nos adubos orgânicos usados na área experimental. Caruaru, PE. Junho 2015

Adubo orgânico	Matéria Orgânica (%)
Cama de Frango	44,42
Esterco Bovino	29,39

A área plantada foi de 0,22 ha, com 280 de plantas na área total, com 96 plantas na área útil, com duas plantas por tratamento, com espaçamento de 3 m x 2 m.

Os fatores avaliados foram: duas variedades de maracujá-amarelo (“BRS Sol do Cerrado” Agrocinco® e “Redondo Amarelo” Isla®), duas fontes de esterco (bovino (10

L/cova) e cama de frango (2 L/cova) e sem adição, recomendações do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), assim como adição ou ausência de silício (solução de 40 mL de silicato de potássio em 20 L de água), nas duas safras subsequentes, com delineamento utilizado blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições.

O silicato de potássio foi aplicado primeiramente no início da floração, com intervalo de 15 dias (3 aplicações). O produto utilizado foi o Supa Sílica Agrichem®, 20% SiO₂, via solo (50 ml da solução/planta, 40 ml para 10 L de água).

As mudas foram produzidas através de sementes e foram plantadas no campo quando atingiram aproximadamente 30 cm de altura, sendo selecionadas através de padrão de altura e bom vigor.

A condução das plantas de maracujá seguiu o sistema espaldeira proposto para a cultura na região, com irrigação por gotejamento. As plantas ao chegarem no arame de condução ultrapassando 10 cm, foram podadas para forçar o crescimento lateral. Houve o tratamento da infestação de lagartas *Dionio juno juno*, no segundo mês após plantio das mudas, sendo aplicado o produto Dipel®, *Bacillus thuringiensis* como Ingrediente Ativo, na dose de 1 L por ha.

Durante a condução do experimento houve problemas de ordem natural, os eventos foram acima do esperado, prejudicando no caimento das flores e afugentando a mamangava, que mesmo com uma proteção de árvores ao redor do campo como barreira natural, não impediu a velocidade do vento e nem a mortandade das mamangavas.

Foram realizadas análises foliares em três períodos sendo a primeira coleta (1) de folhas antes da primeira floração da área experimental, a segunda coleta (2) foi realizada na floração da primeira safra, e a terceira coleta (3) realizada foi realizada na floração da segunda safra.

A amostragem foliar para análise de nutrientes, foi realizada com a folha mais jovem totalmente expandida de ramos do fluxo de crescimento mais novo, como recomendado por Menzel et al. (1993).

Para quantificar o teor foliar de nutrientes, foram coletadas 10 folhas, que se apresentavam posicionadas próximas às flores, e Para os elementos quantificados nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), foram coletadas cinco folhas para análise de Si. As análises foliares para N, P e K foram realizadas antes da aplicação dos tratamentos, na floração da primeira safra e na floração da segunda safra. As análises de N, P e K foliares, através de metodologia de Tedesco et al. (1995), foram realizadas no

laboratório de fruticultura do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

Para análise de silício foliar, as amostras foram coletadas na segunda safra, conforme descrito por Silva (2009), que consiste basicamente na extração do Si por incineração do tecido vegetal dissolvido com a solução alcalina e determinado por espectrofotometria com azul-de-molibdênio a 660 nm. A interferência do P é mascarada com o oxalato. As análises foram realizadas no Laboratório Athenas Agrícola, na cidade de Jaboticabal-SP.

Para determinação dos teores de fósforo, potássio, carbono e matéria orgânica, foram coletadas amostras do solo de 20 cm de distância da base de todas as 96 plantas, com 40 cm de profundidade com auxílio de uma cavadeira articulada manual, na segunda safra, coletando-se amostras de solo das duas plantas correspondendo ao tratamento. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Ciências do Solo e Planta, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

Para estimar a produtividade, foram coletadas na primeira safra os frutos diários (que caíram no chão) até o pico da produção (04/04/2016), havendo a contagem para obter a produtividade (kg/ha).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as medias comparadas pelo teste Tukey e F, para os fatores com dois níveis. Realizou-se também análises de componentes principais e agrupamento, utilizando o programa estatístico Sas University (Cody, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada diferenças entre as variedades de maracujá ('BRS Sol do Cerrado' e 'Redondo Amarelo') nos atributos químicos do solo.

Os teores de fósforo, potássio e de sódio no solo foram superiores com a aplicação de esterco bovino, em comparação á testemunha e ao uso da cama de frango (Figura 1).

Gomes et al. (2005), comparando o uso de esterco bovino com a adubação mineral (4–14–8) na cultura do milho, verificaram que o adubo mineral promoveu a redução do tamanho médio dos agregados, a redução dos teores de Ca, Mg e K do solo, aumento do teor de P do solo, e verificaram também aumento dos teores de carbono orgânico, Ca, Mg, K e P do solo nos tratamentos com compostos orgânicos. Essas

informações corroboram com o resultado deste trabalho, onde se destaca o aumento de K no solo aumentando inicialmente de 173,15 mg.dm³ para o máximo de 830,58 mg.dm³ com a adição de esterco bovino.

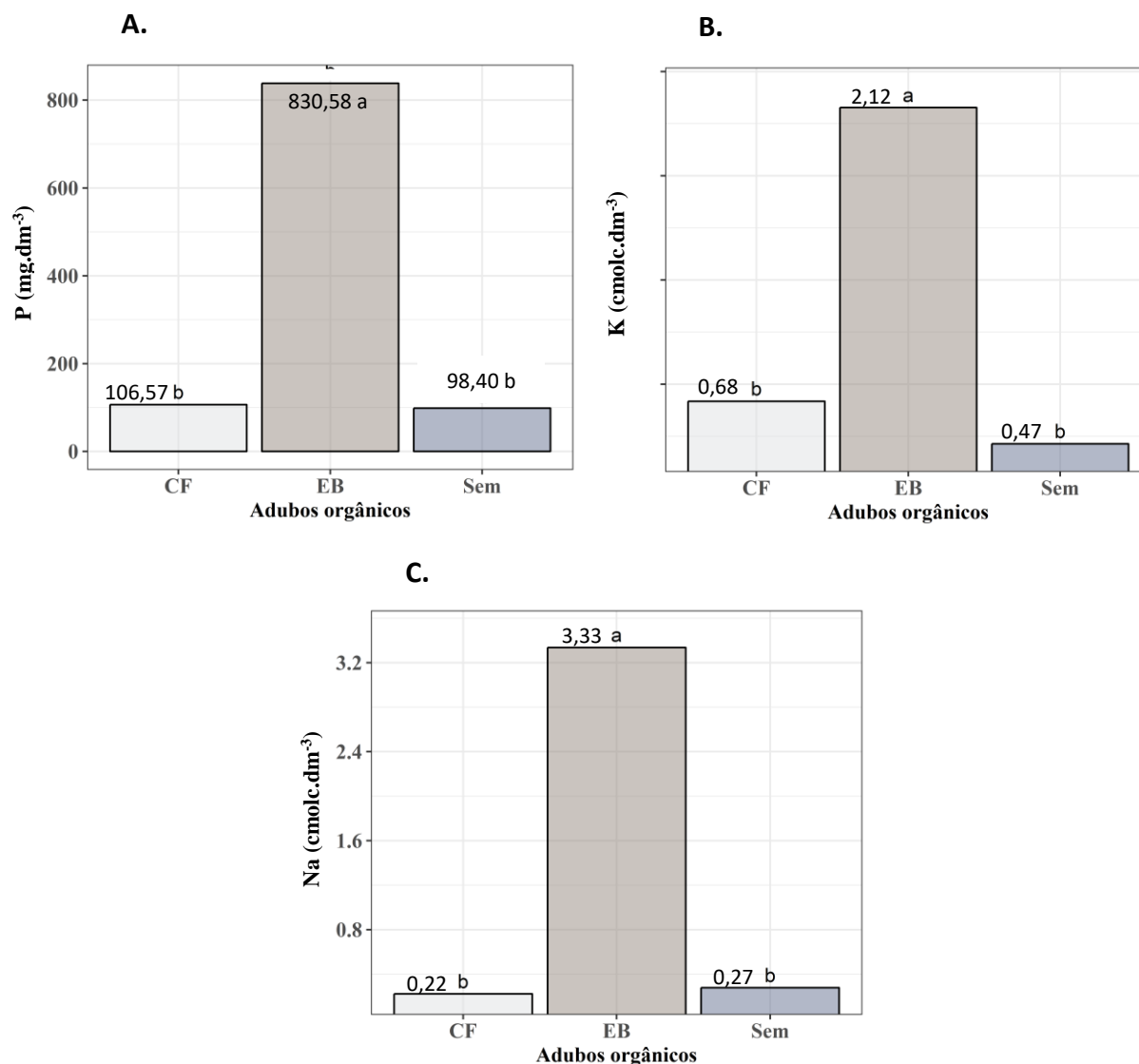


Figura 1. Teores de fósforo (P), potássio (K), e de sódio (Na) no solo em função da aplicação da cama de frango (CF), do esterco bovino (EB) e da testemunha (Sem).

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade

Em solos “saudáveis”, sódio (Na) normalmente é zero ou bem próximo disso, por isso muitas vezes é ignorado, sendo o limite máximo de sódio no solo é 1%, acima disso já é crítico, que pode vir a diminuir a disponibilidade de nutrientes no solo e consequentemente reduzir a produtividade (Laborsolo, 2016). Houve elevação dos teores de P e K para o nível de esterco bovino adicionado ao solo, que corrobora com os resultados obtidos por Caetano & Carvalho (2006).

Sabe-se que o maracujazeiro absorve pequena quantidade de nutrientes, até 60 dias do transplante. Depois, cresce gradativa e significativamente a absorção de N, P, K e Mg. Após 180 dias aumenta a absorção de Ca e S. No período que antecede o aparecimento de frutos é vigorosa a demanda de N, K e Ca (Lima, 2006).

Em relação ao teor de matéria orgânica e carbono presentes no solo, após pico de colheita do maracujá, verificou que houve interação dupla significativa entre os Na, P e K, e a adição dos adubos orgânicos e o silicato de potássio (Figura 2).

Para o elemento Carbono não houve diferença significativa entre os adubos orgânicos, mas houve diferença entre adubado e não adubado ($6,49\text{g.kg}^{-1}$) com esterco bovino ($11,96\text{g.kg}^{-1}$) e cama de frango ($11,71\text{g.kg}^{-1}$). Já em relação a adubação silicatada verificou-se diferença significativa entre os adubos orgânicos, onde para sem aplicação de silicato de potássio houve maior nível de carbono presente no solo para quando adubado com esterco bovino com média de $15,78\text{ g.kg}^{-1}$ (Figura 2A).

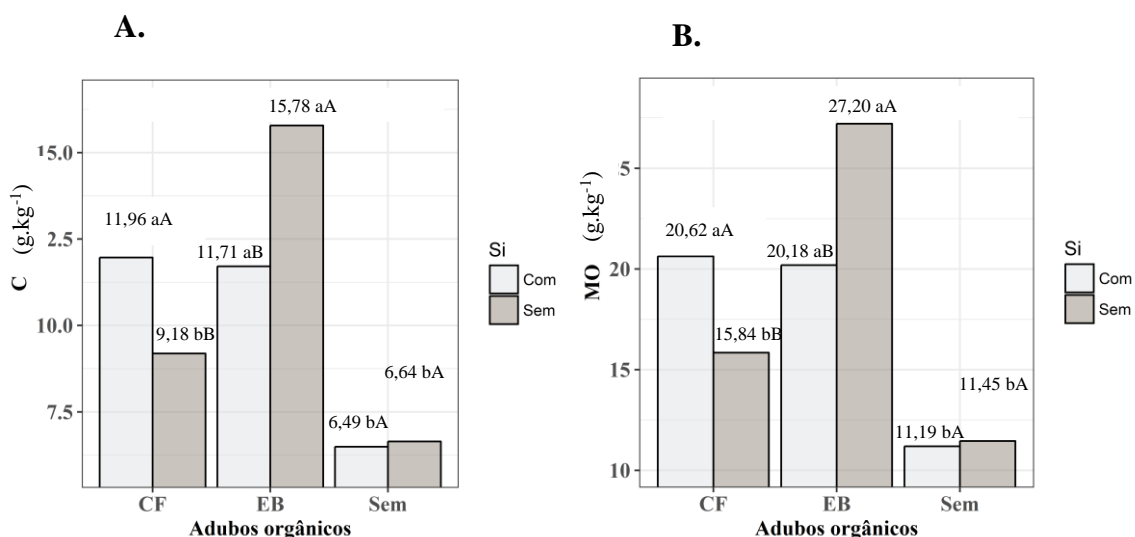


Figura 2. Teores de carbono (C), matéria orgânica (MO), no solo em função da aplicação da cama de frango (CF), do esterco bovino (EB) e da testemunha (Sem), com e sem aplicação de silício. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade, letras minúscula corresponde a adubação orgânica, letras maiúsculas adubação silicatada.

Em relação ao teor de matéria orgânica (MO) presente no solo (Figura 2B), verificou que não houve diferença significativa entre os adubos orgânicos, mas sim entre os solos que recebam incorporação dos adubos orgânicos e sem a sua adição, com aumento de $11,19\text{ g.kg}^{-1}$ (sem adubos) para $20,62\text{ g.kg}^{-1}$ (com cama de frango).

A fertilização silicatada alterou os teores de MO no solo, sendo que tanto para com e sem a adição de silicato de potássio houve diferença significativa para os adubos orgânicos. Verificou-se que para a interação entre os adubos orgânicos com adubação

silicatada, o Esterco Bovino e Cama de Frango não tiveram diferença significativa comparados entre si, havendo diferença significativa quando não adicionado o silicato de potássio. Ainda quando avaliados separadamente, tanto para o Esterco bovino, bem como para Cama de frango, houve diferença significativa com e sem a adição do silicato de potássio. Mas verificou-se que para cama de frango o aumento da MO no solo foi observado quando adicionado o silicato com teor de 20,18 g.kg⁻¹ em relação a não adição de Si 15,84 g.kg⁻¹.

Pode-se observar que quando adicionado a fertilização silicatada com interação a adubação orgânica esterco bovino, houve uma aumento da matéria orgânica presente no solo de 20,18 g.kg⁻¹ para 27,20 g.kg⁻¹ sem adubação com silicato de potássio. Isso pode vir a ser que como o silício é da mesma família do carbono, agindo assim de forma semelhante a sua absorção, a planta conseguiu absorver mais os nutrientes da M.O., diminuindo sua quantidade no solo no ato da coleta.

As principais formas de Si presentes no solo são o silício solúvel (H₄SiO₄), que é desprovido de carga elétrica, o silício adsorvido ou precipitado com óxidos de Fe, Al e os minerais silicatados. Além do pH, a temperatura, o tamanho das partículas, a composição química e a presença de rachaduras no solo influenciam a solubilidade destes minerais. Alguns fatores do solo também influenciam na dissolução desses minerais, tais como matéria orgânica, umidade, potencial de óxido-redução e quantidade desses óxidos (Mendes et al., 2011).

Segundo Pires et al. (2008), estudando os efeitos da adubação alternativa em maracujá-amarelo, encontraram que apenas o tratamento adubado com esterco bovino mostrou-se eficiente em aumentar o potássio disponível no solo, em comparação com o adubo mineral, além do acréscimo em relação a matéria orgânica de 2,19% em relação a adubação mineral.

Em relação a análise foliar dos maracujás submetidos a adubação silicatada e orgânica, verificou-se para as variáveis fósforo com interação entre as três épocas de coleta, e o silicato de potássio com interação entre duas variedades de maracujás-amarelo, que apresentaram diferenças significativas (Figura 3A; Figura 3B).

Na figura 3-A, o teor de fósforo presente nas folhas aumentou quando a variedade 'BRS sol do cerrado' foi submetida a adubação orgânica, para esterco bovino e cama de frango com médias de 4,01 g.kg⁻¹ e 3,19 g.kg⁻¹.

Brasil e Nascimento (2010), estudando a influência de calcário e fósforo no desenvolvimento e produção de variedades de maracujazeiro-amarelo, reportaram

valores médios para o P de 5,5 g kg⁻¹ de massa seca da parte aérea, portanto, superior à média deste trabalho que foi de 4,01 g kg⁻¹ de massa seca. Em média, as plantas estavam deficientes em fósforo segundo a faixa de 4 a 5 g kg⁻¹, proposta por Malavolta et al. (1997).

Para a relação entre as variedades de maracujá-amarelo com a adubação silicatada (Figura 3B), houve diferença significativa entre as duas testadas neste experimento, onde a variedade ‘Redondo Amarelo’ (RA) demonstrou maior captação do silício quando adubado via solo em relação a variedade BRS Sol do Cerrado, com 8,47g por kg e 3,95 g por kg, respectivamente. Valores encontrados por Pereira et al. (2003) em tomateiros submetidos a diferentes fontes de silício no solo, foram encontrados pelos autores de 2,27 g.kg⁻¹ a 3,75 g.kg⁻¹, onde as médias encontradas neste trabalho sendo superiores aos reportados, o que é explicado pela diferença de espécie utilizadas nos dois trabalhos.

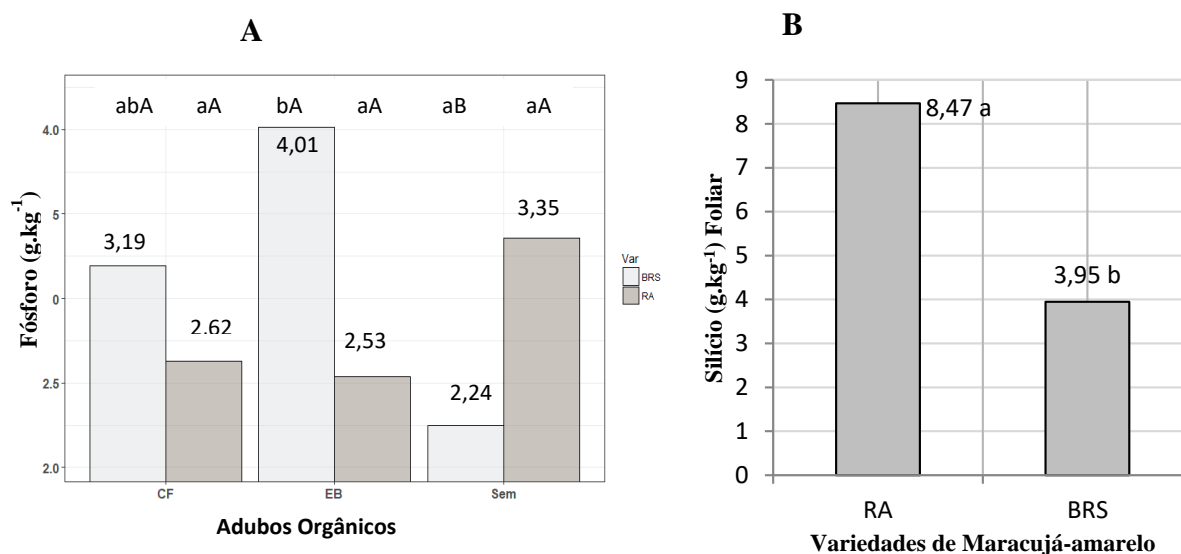


Figura 3. Teores de fosforo (P), nas folhas em função dos adubos orgânicos (cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e SEM adubação) e silício (Si), nas folhas em função das duas variedades de maracujá amarelo ‘Redondo Amarelo’ (RA) e ‘BRS sol do cerrado’ (BRS). Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Em relação ao nitrogênio presente nas folhas (Figura 4A), verificou-se que houve diferença significativa entre a última coleta comparando-a com as duas primeiras, com a interação com a adubação silicatada, de mínima de 33,65 g.kg⁻¹ para máxima de 47,08 g.kg⁻¹. Verificou-se diferença no teor de nitrogênio foliar em função das épocas de coleta foliar com e sem aplicação de silício, onde na segunda safra obteve maiores médias deste nutriente, tanto com e sem aplicação do silicato de potássio, de 47,08 g.kg⁻¹

¹ para 50,88 g.kg⁻¹, respectivamente. Mostrando que sem a adubação aumentou a quantidade de nitrogênio foliar, o que não é interessante para plantas no estágio de floração, pois pode retardar a frutificação ou atrasar a maturação dos frutos. O excesso de nitrogênio pode resultar em aumento de vigor das plantas, atraso na maturação dos frutos, além da predisposição às doenças (Faria & Silva, 2004).

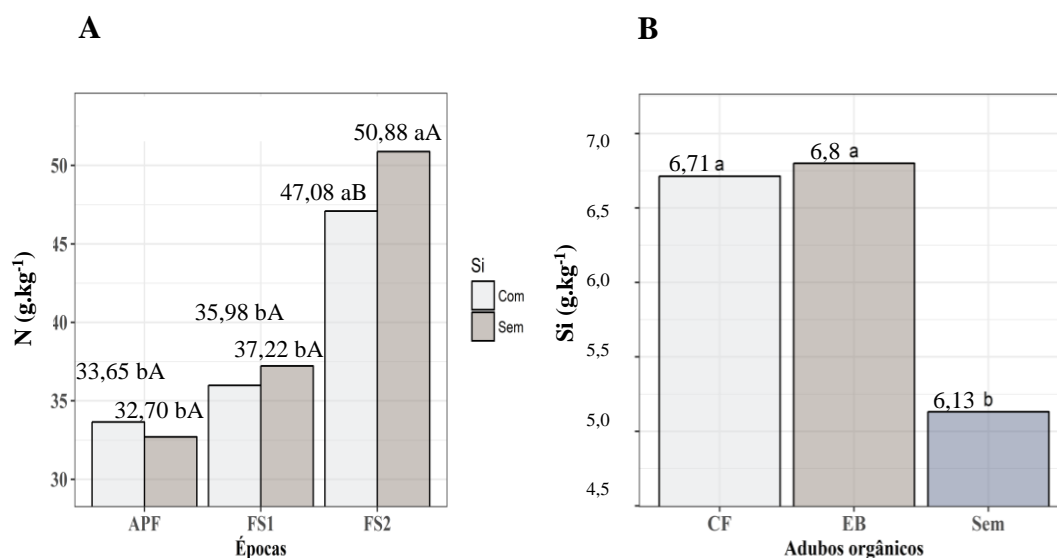


Figura 4. Teores de nitrogênio (N) foliar em função das três épocas de coleta antes da primeira floração (APF), na floração na primeira safra (FS1) e floração na segunda safra (FS2); e teor de silício (Si) foliar em função da aplicação da cama de frango (CF), do esterco bovino (EB) e da testemunha (Sem). Médias seguidas da mesma letras não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade, letras minúscula correspondem as diferentes épocas, letras maiúsculas adubação silicatada.

O excesso de nitrogênio na planta de maracujá ocasiona o maior crescimento vegetativo do maracujazeiro, aumentando os espaços entre os pontos de crescimentos além do amolecimento da polpa do maracujá, característica indesejável para a qualidade do fruto (Costa et al., 2008).

Quanto as análises foliares para o silício presente nas folhas de maracujá amarelo com a interação entre os adubos orgânicos incorporados no solo (Figura 4B), verificou-se que houve diferença significativa entre as plantas adubadas tanto para o esterco bovino e a cama de frango para as não adubadas com material orgânico, com 6,8g.kg⁻¹, 6,71 g.kg⁻¹ e 6,13 g.kg⁻¹, respectivamente. Mendes et al. (2011) reportaram vários efeitos devido à adição de Si (100 mg.kg⁻¹) ao meio nutritivo: aumento no teor de clorofila, maior massa foliar (fresca e seca) específica, atraso na senescência e aumento da rigidez das folhas maduras, as quais mantinham-se mais horizontais. A melhor

arquitetura foliar permite maior penetração de Luz solar, maior absorção de CO₂ e diminuição da transpiração excessiva, o que permite o incremento da taxa fotossintética.

Em relação aos teores de nutrientes nas folhas do maracujazeiro, verifica-se grande variação. Estas diferenças podem ser ocasionadas por razões como época de amostragem, idade da folha, variedade, condições de desenvolvimento da planta, manejo, teor de nutriente no solo etc. Contudo, para folhas adultas, totalmente desenvolvidas, coletadas em plantas vigorosas, no Brasil, em condições de campo, para maracujá amarelo, constataram os seguintes teores nutrientes em g kg⁻¹: N = 36-46 (Souza et al., 2012).

Damatto Junior et al. (2005), encontraram para teores foliares de nitrogênio variando entre 22 e 28 g/kg, com as amostras retiradas na época de botão floral na axila do maracujá-amarelo. Ainda de acordo com o autor citado, os teores de nitrogênio para essa fase seriam de 33 a 43 g/kg, o que se aproxima dos valores encontrados neste trabalho.

Segundo Freire et al. (2013), a adubação com fontes orgânicas pode acelerar a disponibilidade de nutrientes às plantas. A fertilização com uréia e os teores de matéria orgânica no solo também contribuem para a elevação dos teores foliares de N nas plantas. Nesse sentido, afirmam que a matéria orgânica é a principal fonte deste nutriente no solo.

A baixa capacidade de acumular Si está relacionada à absorção e transporte desse elemento na planta, sendo possivelmente uma consequência da ausência ou pequena presença dos transportadores Lsi1 (do solo para a raiz) e Lsi2 (da raiz para o xilema) nas células das raízes (Sonobe et al., 2011).

Existe a hipótese do efeito do Si na fisiologia da planta com formação de barreira física, fundamentada na forma de Si acumular-se nas plantas. Em seu movimento ascendente via apoplasto desde as raízes até as folhas, o Si polimeriza-se nos espaços extracelulares, acumulando-se nas paredes das células epidérmicas das folhas e dos vasos do xilema. Contudo, a alteração da nutrição da planta promovida pela adubação silicatada e a observação de aumento da atividade de enzimas como peroxidase e polifenoloxidase, presença de fitoalexinas em plantas suplementadas com Si, levantaram também a hipótese de seu envolvimento na indução das reações de defesa da planta (Mendes et al., 2011).

Quanto para produtividade por área de maracujá-amarelo em relação a adubação orgânica, verificou-se (Figura 5) que houve diferença significativa na interação entre as

variedades e os adubos orgânicos, exceto para cama de frango. Para produtividade, esterco bovino mostrou-se superior em relação a cama de frango para ‘Redondo Amarelo’ não diferindo da cama de frango 9,31 ton.ha⁻¹ e 6,80 ton.ha⁻¹, respectivamente. Para BRS Sol do Cerrado verificou-se que a cama de frango diferiu significativamente em comparação ao esterco bovino com 5,16 ton.ha⁻¹ e 3,36 ton.ha⁻¹.

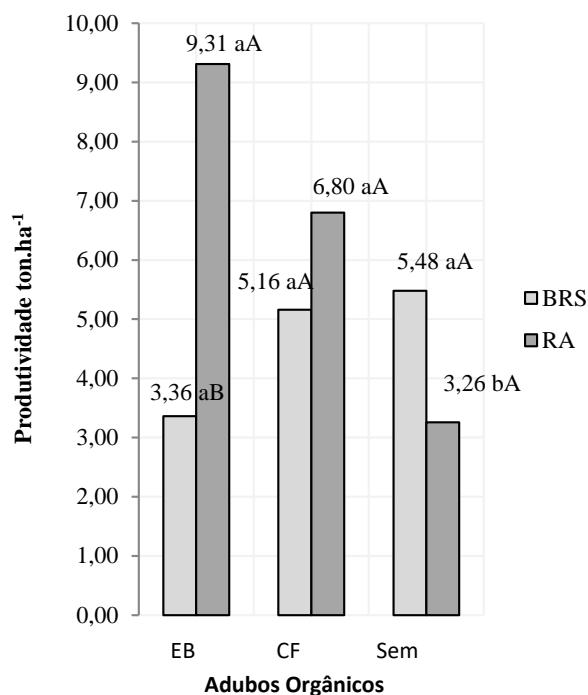


Figura 5. Produtividade em função da aplicação da cama de frango (CF), do esterco bovino (EB) e da testemunha (Sem), em relação as duas variedades de Maracujá (BRS e RA). Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. As letras minúsculas correspondem as duas variedades, letras maiúsculas adubação orgânica.

Os valores médios encontrados neste trabalho para a produtividade do maracujá amarelo estão abaixo da média nacional que é de 14 t por ha (IBGE, 2016), o que pode ter ocorrido pelo caimento das flores, pelos fortes ventos que ocorreram na região.

Em relação aos componentes principais, os elementos avaliados para determinar o aporte nutricional foliar disponibilizado para o maracujazeiro amarelo adubado com e sem adubação orgânica e com e sem adubação silicatada, proporcionaram a formação de dois componentes principais para explicar satisfatoriamente a variabilidade entre os tratamentos. O primeiro componente principal é **PC1**, corresponde à direção de maior variância no espaço multivariado, com variância acumulada de 74,4%. O segundo componente principal é **PC2**, corresponde à direção de maior variância no espaço

multivariado não modelada por **PC1**, ou seja, ortogonal a ela, com variância de 21,5% (Figura 6).

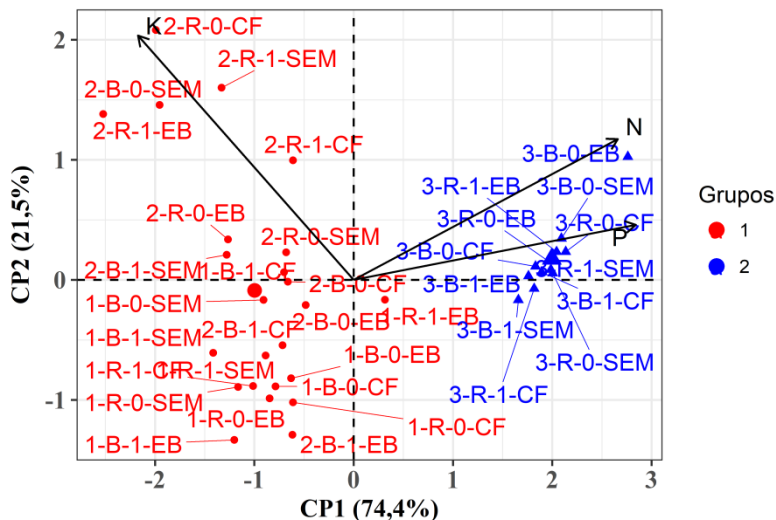


Figura 6. Dispersão dos tratamentos e formação de grupos com base nos escores dos dois componentes principais.

1: Primeira análise foliar antes da floração; 2: Análise foliar na floração da 1ª Safra; 3: Análise foliar na floração da 2ª Safra; B: Variedade de maracujá ‘BRS Sol do Cerrado’; R: Variedade de maracujá ‘Redondo Amarelo’; 0: Sem adubação silicatada; 1: Com adubação silicatada; SEM, EB (Esterco bovino) e CF(Cama de frango) (Adubos orgânicos).

De acordo com os escores das variáveis referentes à composição mineral das folhas de maracujazeiro amarelo com adubação orgânica e silicatada, verifica-se a formação de dois grupos (Figura 6), o primeiro composto pela primeira análise antes da floração inicial dos maracujás amarelos e a coleta na floração da primeira safra, já o segundo grupo compõe a coleta de folhas na floração da segunda safra. Verifica-se que o grupo formado pela segunda safra, apresenta maiores escores no primeiro componente principal, com maiores valores nos teores foliares de nitrogênio e fósforo. No grupo formado pelas primeira e segunda análises foliares, pode-se observar maiores escores no segundo componente principal, refletindo em maiores teores de potássio.

CONCLUSÃO

A aplicação de esterco bovino resulta nos maiores teores de fósforo, potássio, carbono e matéria orgânica no solo;

A aplicação dos adubos orgânicos e do silicato de potássio proporciona aumento nos teores foliares e no solo de nutrientes;

A produtividade do maracujá-amarelo foi maior com aplicação de esterco bovino na variedade 'Redondo Amarelo'.

LITERATURA CITADA

Barbosa, F.E.L.; Lacerda, C.F.; Feitosa, H.O.; Soares, I.; Andrade Filho, F.L.; Amorim, A.V. Crescimento, nutrição e produção da bananeira associados a plantas de cobertura e lâminas de irrigação. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.12, p.1271–1277, 2013.

Brasil, E.C. e Nascimento, E.V.S. Influência de calcário e fósforo no desenvolvimento e produção de variedades de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 32, 3: 892-902, 2010.

Caetano, L.C.S.; Carvalho, A.J.C. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1150-1155, jul-ago, 2006.

Cavalcante, L.F.; Mesquita, F.O.; Nunes, J.C.; Diniz, A.A.; Lima Neto, A.J.; Souto, A.G.L.; Souza, J.T.A. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio após poda - segunda safra. **Agropecuária Técnica (2015)** Volume 36 (1): 35-49, Paraíba, 2015.

Costa, A. N. da. Mais áreas e mais tecnologia. (Entrevista). *Revista Frutas e Derivados*. Ano 3. Ed. 11. set., 2008.

Costa, A.F.S.; Costa, A.N.; Ventura, J.A.; Fanton, C.J.; Lima, I.M.; Caetano, L.C.S.; Santana, E.N. Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro. **Incapar**. Vitória, ES, 2008.

Damatto Junior, E.R.; Leonel, S.; Pedroso, C.J. Adubação Orgânica Na Produção E Qualidade De Frutos De Maracujá-Doce. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 188-190, Abril 2005.

Espindula, M.C. et al . Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 34, n. 6, 2010.

Faria, C.M.B.; Silva, D.J. Cultivo da Videira. Nutrição, calagem e adubação. **Embrapa Semi-Árido** Sistemas de Produção, 1 ISSN 1807-0027 **Versão Eletrônica** Julho/2004.

Freddi, O.S.; Centurion, J.F.; Beutler, A.N.; Aratani, R.G. & Leonel, C.L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:627-636, 2007.

Freire, J.L.O.; Cavalcante, L.F.; Nascimento, R.; Alex Matheus Rebequi, A.M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, 36(1): 57-70, 2013.

Gomes, F.B.; Moraes, J.C.; Santos, C.D.; Goussain, M.M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p.547-551, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Maracujá**: área plantada e quantidade produzida. Brasília, 2016. (Produção Agrícola Municipal, 2016). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

Kerbaudy, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2 ed. 2008.

Korndörfer, G.H. Uso do silício na agricultura (2015). Disponível em: <http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Efeitos/Efeitos.htm>, Acesso em 21/03/2017.

Laborsolo, laboratórios. Solo compactado e baixa produtividade? Verifique a presença de Sódio (Na) no solo. 2016. Disponível em: <https://www.laborsolo.com.br/analise-quimica-de-solo/solo-compactado-e-baixa-produtividade-verifique-a-presenca-de-sodio-na-no-solo/> Acesso em: 02 agosto 2017.

Lima, U. de J., O Cultivo do Maracujá (2006). Disponível em: <<http://amigonerd.net/trabalho/31241-o-cultivo-do-maracuja>>. Acesso em: 03/12/2016.

Ludwig, F.; Mayer, R.H.; Schmitz, J.A.K. Silício via foliar na produção e qualidade da cenoura. **Revista cultivando o saber**. Volume 8, nº4, 2015.

Malavolta, E.; Vitti, G.C. e Oliveira, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ª ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 319 p, 1997.

Mendes, L.S.; Souza, C.H.E.; Machado, V.J. Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos. **Cerrado Agrociências**, Revista do Centro Universitário de Patos de Minas. ISSN 2178-7662. Patos de Minas, UNIPAM, (2):51-63, set. 2011.

Pereira, H. S.; Vitti, G. C.; Korndorfer, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:101-108, 2003.

Pires, A.A.; Monnerat, P.H.; Marciano, C.R.; Pinho, L.G.R.; Zampiroli, P.D.; Rosa, R.C.C.; Muniz, R.A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** vol.32 no.5 Viçosa Sept./Oct. 2008.

Silva, B.B.; Mendes, F.B.G.; Kageyama, P.Y. **Desenvolvimento econômico, social e ambiental da agricultura familiar pelo conhecimento agroecológico: Crotalárias**.

Esalq. São Paulo. 2010. Disponível em:
<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/crotal%C3%A1ria%20caracter%C3%ADsticas%20e%20cultivo%20esalq.pdf> Acesso em: 03 nov 2016.

Sonobe, K.; Hattori, T.; An, P.; Tsuji, W.; Eneji, A.E.; Kobayashi, S.; Kawamura, Y.; Tanaka, K.; Inanaga, S. Effect of silicon application on sorghum root responses to water stress. J. Plant Nutr., 34:71-82, 2011.

Souza, C.M. (2012) Uso de escória siderúrgica no cultivo de cana. Disponível em:
<<http://www.jornalcana.com.br/noticia/Jornal-Cana/42752+Uso-de-escoria-siderurgica-no-cultivo-de-cana>>. Acesso em: 21/11/2016.

Capítulo II

Qualidade pós-colheita do maracujá-amarelo submetido a adubação orgânica e silicatada

Qualidade pós-colheita do maracujá-amarelo submetido a adubação orgânica e silicatada

Resumo

A qualidade de frutos está diretamente relacionada ao aporte nutricional. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência de diferentes fontes de adubação orgânica e silicatada, na qualidade pós-colheita de maracujás-amarelo. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, avaliando-se em duas safras seguidas. Foram utilizadas duas variedades de maracujá amarelo 'Redondo amarelo' e 'BRS Sol do Cerrado'. As adubações foram com esterco bovino curtido (10 L por cova) e cama de frango curtido (2 L por cova). A adubação silicatada foi com silicato de potássio via solo (40 ml da solução por planta). Os frutos foram avaliados quanto à massa da matéria fresca (fruto, casca e polpa), comprimento e diâmetro, firmeza, cor da casca (L, a, b, C e H), cor da polpa (C e H), sólidos solúveis, acidez titulável e rendimento de polpa. A adubação com silicato de potássio associada com esterco bovino apresenta frutos mais pesados. A adubação com silicato de potássio aumentou o rendimento de polpa. As polpas apresentam coloração mais alaranjada com o uso de cama de frango e silicato de potássio. Os frutos de plantas submetidas a adubação orgânica apresentam características físicas, peso e coloração, com maior aceitação para o mercado consumidor de maracujá-amarelo.

Palavras-chave: frutos; sólidos solúveis; rendimento polpa

Abstract

The quality of fruits is directly related to the nutritional contribution. The objective of this research was to evaluate the influence of different sources of organic and silicate fertilization on the post-harvest quality characteristics of yellow passion fruit. The experimental design was a randomized complete block design, with four replications, evaluated in two consecutive seasons. Two varieties of yellow passion fruit 'Redondo amarillo' and 'BRS Sol do Cerrado' were used. The fertilizations were with tanned bovine manure (10 L per pit-1) and tanned chicken bed (2 L per pit-1). The silicate fertilization was with potassium silicate via soil (40 ml of solution per plant). The fruits were evaluated as to the mass of fresh matter (fruit, bark and pulp), length and diameter,

firmness, color of the bark (L, a, b, C and H), pulp color (C and H), soluble solids, titratable acidity and pulp yield. Fertilization with potassium silicate associated with bovine manure has heavier fruits. Fertilization with potassium silicate increased pulp yield. The pulps are more orange colored with the use of chicken litter and potassium silicate. The fruits of plants submitted to organic fertilization have physical characteristics, weight and color, with greater acceptance for the market of yellow passion fruit.

Key words: fruits; soluble solids; pulp yield

INTRODUÇÃO

O maracujá-amarelo tem ocupado um lugar de destaque na fruticultura, mesmo quando comparado a outras frutas tropicais com maior tradição de consumo. Sua participação no mercado de hortifrutigranjeiros é garantida, adequando-se perfeitamente a este segmento, que valoriza produtos de alto valor agregado (Meletti, 2011; Meletti; Oliveira; Ruggiero, 2010).

Algumas características são mais exigidas pelo mercado consumidor, em geral, preferem frutos maiores, de aparência atraente, mais doces e menos ácidos, quando destinados ao consumo *in natura*. Na indústria de suco, há preferência por frutos de alto rendimento em suco e com maior teor de sólidos solúveis totais (Aguar et al., 2015).

Para a cultura do maracujazeiro, vários são os caracteres relacionados com a qualidade dos frutos. Desta forma, é importante identificar quais são estes caracteres que apresentam maior efeito na qualidade dos frutos e que poderão ser empregadas no momento da seleção de melhores plantas produtoras de frutos, facilitando as avaliações e as práticas do melhoramento genético (Botelho et al., 2016).

Alguns autores reportam as correlações entre as características que os frutos apresentam em relação as qualidades pós-colheitas exigidas pelo mercado. Autores encontraram relação direta com percentagem de suco, volume de suco e peso da polpa com o diâmetro e o comprimento de fruto de maracujá (Andrade Neto et al., 2015).

Também estudando as características físicas de maracujá-azedo, Lúcio et al., (2013), identificaram que houve correlações positivas e significativas entre a massa fresca de frutos com o diâmetro equatorial do fruto, comprimento do fruto, massa fresca de casca e rendimento de suco, enquanto que entre espessura de casca e rendimento de suco a correlação foi negativa e significativa. Ainda segundo os autores citados acima,

em relação a correlação das qualidades, o rendimento da polpa pode ser selecionado indiretamente, com base na menor espessura da casca e que não foi observada correlação entre relação comprimento/diâmetro (maior em frutos ovais) e rendimento de polpa.

Uma recomendação de adubação desbalanceada, principalmente em nitrogênio e potássio, nutrientes mais absorvidos pela planta, pode afetar positiva ou negativamente a produtividade da cultura e a qualidade dos frutos (Cavichioli et al., 2014).

A adubação, quando aplicada corretamente, influencia significativamente na produtividade e na qualidade do maracujá, sendo que as quantidades de N, P e K recomendadas para a cultura do maracujazeiro são muito variáveis. No Brasil, recomenda-se a aplicação de 94 a 235 kg de N ha⁻¹.ano⁻¹, 30 a 213 kg de P₂O₅ ha⁻¹.ano⁻¹ e 50 a 530 kg de K₂O ha⁻¹.ano⁻¹ (Nogueira Filho et al., 2010).

Buscando adubar de forma menos agressiva e mais economicamente viável, com eficiência, algumas alternativas de adubação estão sendo inseridas nas áreas produtoras de maracujá. Dois exemplos estão em alguns desses sistemas na adição da adubação orgânica, provinda de criação animal havendo assim uma ciclagem nos processos produtivos, e na adição de produtos conhecidos amplamente com outra função como indutores de resistência e que são usados como fertilizantes, a exemplo do silício (Souza, 2015).

Dentre os benefícios fisiológicos, de adubos alternativos utilizados, como advindos da nutrição ocasionada pelo silício, há registros de aumento no teor de clorofila, aumento na atividade da enzima de carboxilação (Rubisco) e diminuição da transpiração. A perda de água através dos estômatos é inevitável para a absorção de CO₂ pelas plantas, sendo o controle estomático das trocas gasosas, essencial em condição de baixa disponibilidade hídrica. A aplicação de Si tem causado aumento da tolerância ao déficit hídrico (Gerrero et al., 2011).

Objetivou-se com este experimento avaliar a qualidade pós-colheita dos frutos de maracujá quando submetidas a diferentes fontes de adubação orgânica e silicatada.

MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi conduzido no sítio Nossa Senhora Aparecida, no município de Caruaru, Agreste Pernambucano, com coordenadas geográficas Latitude: 08°20'08,77" S e Longitude: 36°00'04,79", no período de julho de 2015 a abril de 2016.

A área plantada foi de 27mx84m, com 280 de plantas na área total, com 96 plantas na área útil, duas plantas por tratamento, com espaçamento de 3mx2m.

Antes do preparo da área para a implantação do experimento foi realizada coletas de amostras de solo nas camadas de 0-20 cm, para uma caracterização física e química do solo (Tabela 1). Também foi determinado o teor de matéria orgânica dos adubos orgânicos utilizados (Tabela 2).

Tabela 1. Atributo químico e físico do solo da área experimental. Caruaru, PE. Junho 2015.

Fertilidade											
pH	P	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺ ₂	SB	CTC	M.O.
Água (12,5)	.....	mg/dm ³	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	-g/kg-
5,8	17,52	-	173,15	0,07	3,04	0,00	0,42	0,50	1,44	4,47	19,58

P,K,Na: Extrator Mehlich 1	SB: Soma de bases trocáveis
H+Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5M, pH 7.0	CTC: Capacidade de Troca Catiônica
Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1M	M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black

Física									
Areia	Silte	Argila	Argila dispersa	Grau de flocculação	Densidade do solo	Densidade partículas	Porosidade total	Umidade	Classe textural
270,5	0,05-0,002	<0,002						0,01 0,33	
mm	Mm	mm						1,50	
.....g/kg.....			-g/kg-	-kg/dm ³ -	-g/cm ³ -	-kg/dm ³ -	-m ³ /m ³ -	MPa	
706	147	147	-	-	-	-	-	-	Franco arenoso

Tabela 2. Teor de matéria orgânica nos adubos orgânicos usados na área experimental. Caruaru, PE. Junho 2015

Adubo orgânico	Matéria Orgânica (%)
Cama de Frango	44,42
Esterco Bovino	29,39

Os fatores avaliados foram: duas variedades de maracujá-amarelo ('BRS sol do cerrado' Agrocincin[®] e 'Redondo Amarelo' Isla[®]), duas fontes de esterco (bovino (10 L por cova) e cama de frango (2 L por cova) e sem adição, assim como adição ou ausência de silício (solução de 40mL de silicato de potássio em 20 L de água), nas duas safras subsequentes.

O silicato de potássio foi aplicado primeiramente no início da floração, com intervalo de 15 dias (3 aplicações). O produto utilizado foi o Supa Sílica Agrichem®, 20% SiO₂, via solo (50 ml da solução por planta, 40 ml para 10 L de água).

As mudas foram produzidas através de sementes e foram plantadas no campo quando atingiram aproximadamente 30 cm de altura, sendo selecionadas através de padrão de altura e bom vigor.

A condução das plantas de maracujazeiro seguiu o sistema proposto para a cultura, ao chegar no arame de condução ultrapassando 10 cm, as plantas foram podadas para forçar o crescimento lateral. Houve o tratamento da infestação de lagartas *Dionio juno juno*, ao segundo mês após plantio das mudas, sendo aplicado o produto Dipel®, *Bacillus thuringiensis* como ingrediente ativo, com dose de 1 L por ha.

Foram coletados para análise 10 frutos por tratamento, constando de 960 frutos por safra, com pico na primeira safra no dia 04/04/2016 e na segunda safra no dia 09/11/2016, colhidos quando a casca atingiu aproximadamente 70% da coloração amarela.

As análises dos frutos foram realizadas no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias (UFPB/CCA), separando cinco frutos por repetição para as análises físicas, enquanto as análises físico-químicas foram realizadas uma amostra composta de 10 frutos.

A massa da matéria fresca dos frutos foi determinada através de pesagem individual do fruto em balança semi-analítica; comprimento e diâmetro dos frutos: foram determinados com o auxílio do paquímetro digital, obtendo as medidas na direção perpendicular e paralela ao eixo central dos frutos; o percentual de rendimento, casca e polpa através do peso de cada componente relacionada ao peso total do fruto obtida em balança semi-analítica; firmeza dos frutos íntegros (N): determinada através do penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester, com região de inserção de 2/16 polegadas de diâmetro.

A coloração da casca e polpa foi avaliada com colorímetro digital Minolta, o qual expressa a cor em parâmetros: L* (corresponde à claridade/luminosidade); a* (define a transição da cor verde (-a*) para a cor vermelha (+a*)) e b* (representa a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*)), onde quanto mais distante do centro (=0), mais saturada a cor; C* (cromaticidade ou intensidade da cor) e o ângulo Hue (° H), onde 0° = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde, 360° = azul.

O teor de sólidos solúveis (SS%) foi determinado por leitura direta com refratômetro tipo Abbe digital, ATAGO N1 de acordo com metodologia Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (1984); Acidez Titulável (AT – g. ácido cítrico. 100 g⁻¹ de polpa): determinado por titulometria utilizando-se solução de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína, até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando 5 g da amostra em 50 mL de água destilada conforme metodologia Instituto Adolf Lutz (2005), utilizando para a expressão dos resultados a fórmula: $(V \times F \times M \times PM) / (10 \times P \times n)$, onde V= volume gasto de NaOH na titulação em mL; F fator de correção da solução de NaOH; M = molaridade da solução de hidróxido de sódio; PM = peso molecular do ácido correspondente em g; P = massa da amostra em g; e n = número de hidrogênios ionizáveis do ácido predominante na amostra; Ácido ascórbico (AA), dosado por titulometria utilizando-se solução de DFI (2,6 diclo-fenol-indofenol 0,02%) até a obtenção de coloração róseo claro permanente AOAC (1984); relação SS/AT obtida pela divisão entre os SS e AT.

O rendimento de polpa bruta foi obtido através da relação entre massa da polpa bruta e a massa dos frutos, com conversão posterior para percentagem (Eq. 1).

$$\text{Eq1. RPB} = \frac{\text{Massa da polpa bruta(g)} \times 100}{\text{Massa dos frutos (g)}}$$

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey e F para os fatores com dois níveis, utilizando o programa estatístico Sas University (Cody, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o peso dos frutos, verificou-se que quando os frutos de maracujá-amarelo das duas variedades, foram submetidos a adubação orgânica e silicatada (com e sem), houve diferença significativa (Figura 1).

A ‘BRS sol do cerrado’ adubadas com silicato de potássio em relação aos dois adubos orgânicos diferiram significativamente entre eles, com esterco bovino sendo superior a cama de frango, com médias de 244,99g e de 228,38g, respectivamente. Já para os não adubados com o silicato de potássio, o adubo orgânico cama de frango

(293,63g) apresentou aumento em relação ao esterco bovino (246,08g), diferindo significativamente entre eles.

Quando analisado a interação com relação a adubação silicatada (com e sem), houve diferença significativa entre cama de frango com e sem silicato de potássio, que para sem adição obteve superioridade de 293,63 g para 228,38 g para o BRS sol do cerrado, o mesmo acontecendo para o ‘Redondo Amarelo’ de 260 g para 211,66 g, não diferindo significativamente. Para o esterco bovino houve semelhança do resultado anterior, onde sem adição da adubação silicatada obteve superioridade para as duas variedades, não diferindo para nenhuma variedade.

Verificou-se que não houve diferença significativa com a adição de silicato de potássio para ambas variedades, mas o ‘Redondo Amarelo’ para os dois adubos orgânicos, somente houve diferença significativa quando não adubado organicamente entre as variedades com superioridade para ‘BRS sol do cerrado’ com 219,06 g em comparação a 180,42 g da variedade ‘Redondo Amarelo’. Já para os maracujás que não foram adubados com o silicato de potássio, houve diferença significativa apenas para as variedades em relação a cama de frango com 293,63 g para ‘BRS sol do cerrado’ e 260 g para ‘Redondo Amarelo’.

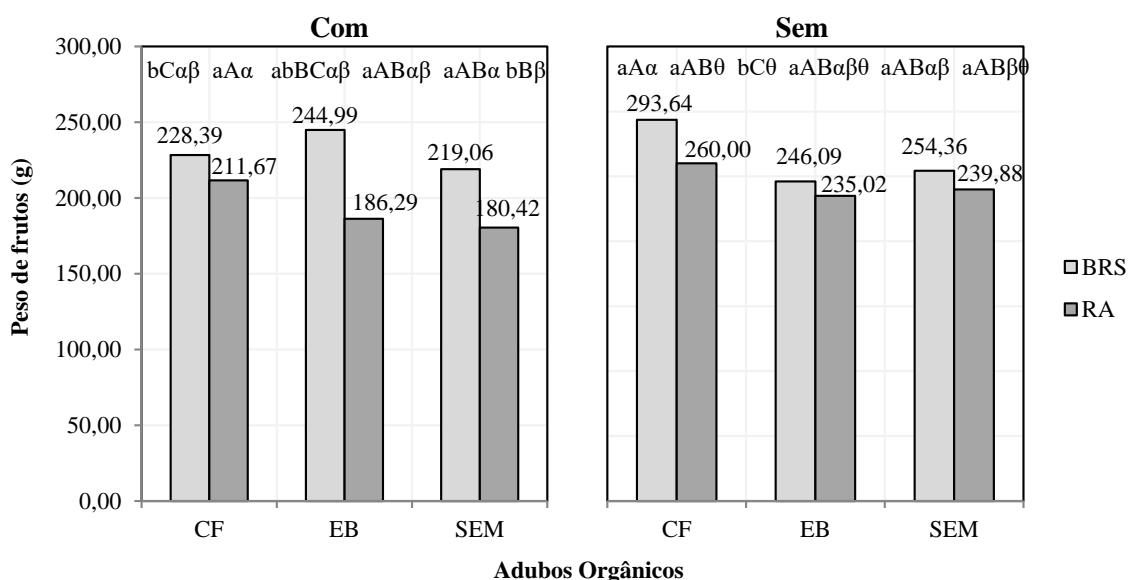


Figura 1. Peso dos frutos das variedades de maracujá amarelo BRS sol do cerrado e redondo amarelo, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com e sem aplicação de silício.

Letras minúsculas comparação adubação orgânica, letras maiúsculas comparam adubação com e sem silício, letras gregas comparam variedades de maracujá amarelo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Os resultados superaram a amplitude de 141,4 a 191,2 g por fruto, obtidas por

Dias et al. (2015), ao estudarem a frequência de aplicação de biofertilizante bovino na produção e qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo, sendo superiores também em relação a Campos et al. (2007), com à variação de 192,4 a 215,6 g por fruto, sendo observado neste estudo máximas de 244,9 g para plantas que receberam adição de adubo silicatado, e máximas de 293,6 g quando não adicionado silicato de potássio.

Enquanto que para caracterização física e química de frutos de maracujazeiro amarelo sob adubação potássica, indica que o peso dos frutos está acima para o mercado *in natura*, que exige massa entre 170 e 210 g por fruto (Nascimento et al., 2015), ficando apenas a variedade ‘Redondo Amarelo’ dentro desta faixa.

No peso da polpa, importante para consumo e comercialização do maracujá, com visibilidade no rendimento, houve diferença significativa na interação quádrupla entre adubos orgânicos, variedades, com e sem adubação silicatada e safras. A resposta aos adubos orgânicos e a adubação silicatada apresentou diferença em comparação as safras (Figura 2).

Para a primeira safra, todas as interações entre adubos orgânicos, variedades e com e sem adubação silicatada, obtiveram diferença significativa. Para a interação entre os adubos orgânicos verificou-se que quando submetidos a adubação silicatada, a não adição da adubação orgânica apresentou a menor média para o peso da polpa do maracujá-amarelo de 133,3 g., comparando com a maior média de 275,8 g com esterco bovino para a mesma variedade.

Para a segunda safra, verificou-se diferença significativa apenas para as plantas que foram submetidas a adubação silicatada. Houve diferença significativa na interação entre os adubos orgânicos, bem como na interação entre as variedades. Para os adubos orgânicos verificou-se que entre cama de frango e esterco bovino, a cama de frango com interação entre a variedade ‘Redondo Amarelo’ com a adição da adubação silicatada apresentou diferença significativa em relação aos demais com média de peso de polpa de 212,2 g. Em relação entre a interação das variedades, o que diferiu significativamente foi o ‘Redondo Amarelo’ sem adição de adubo orgânico, com média de 150,4 g.

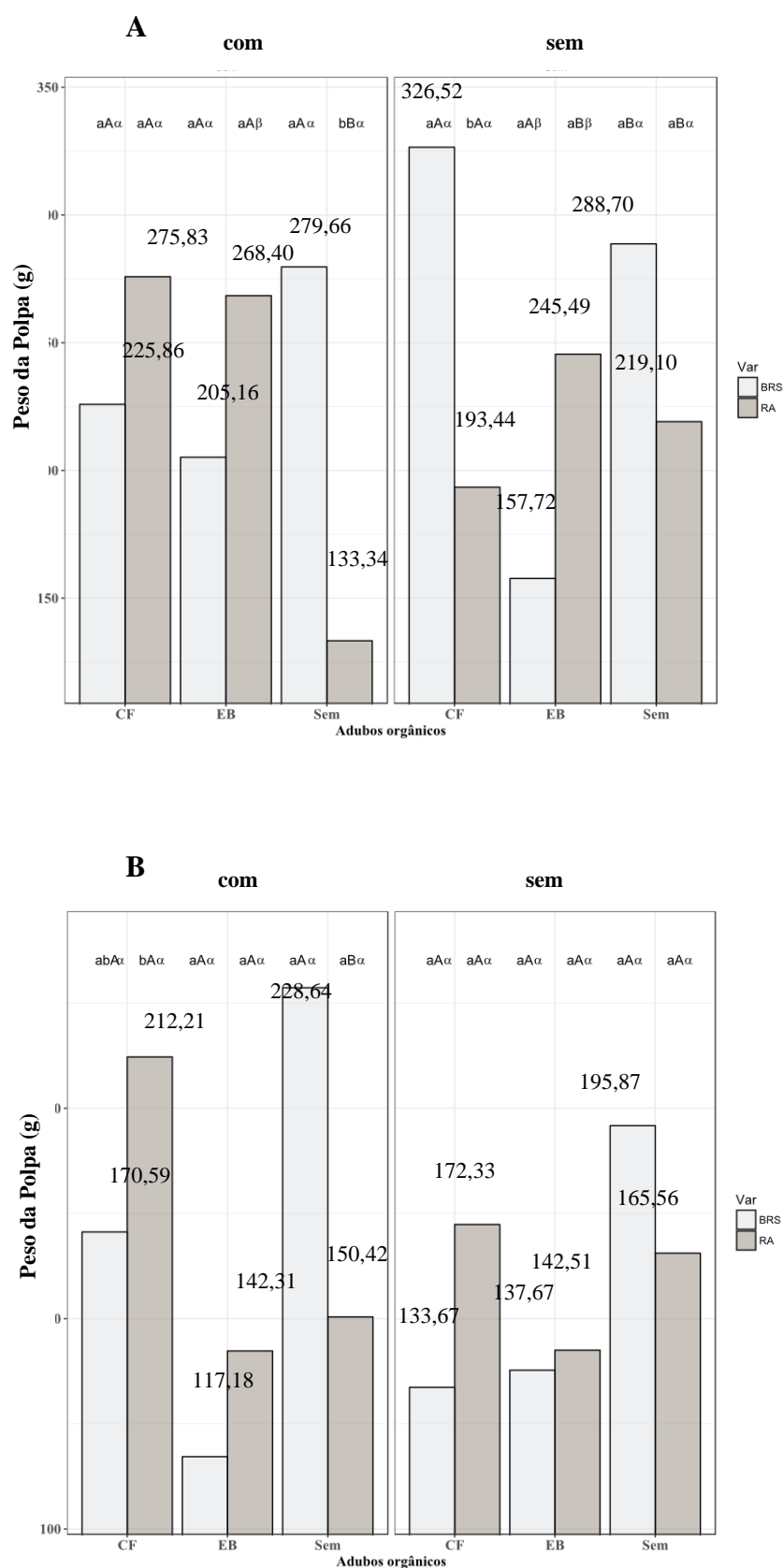
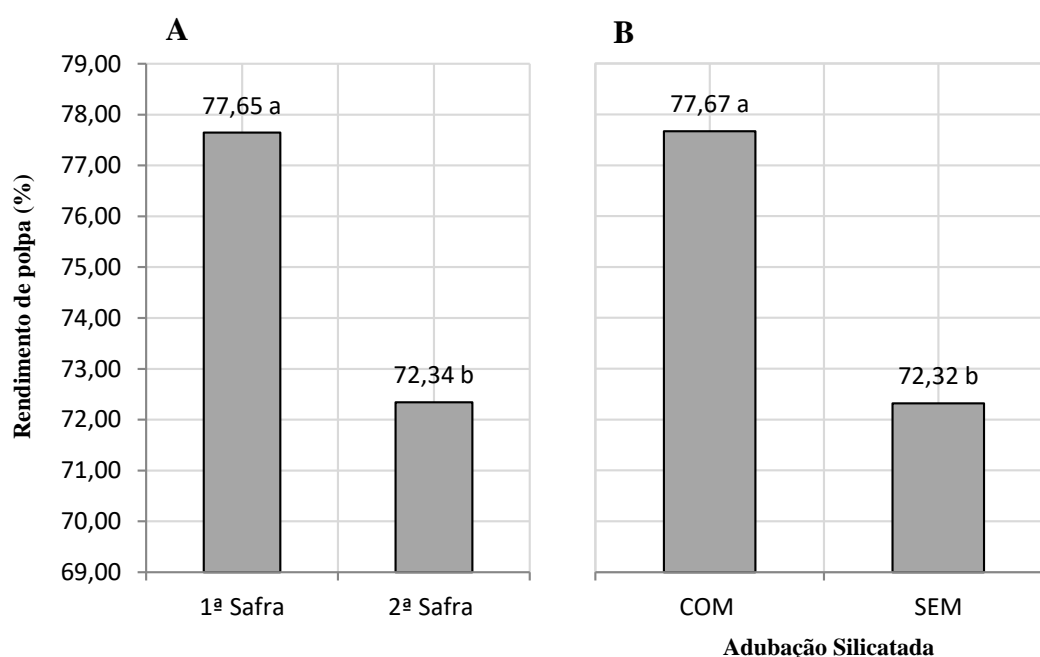


Figura 2. Peso da polpa das variedades de maracujá amarelo BRS sol do cerrado e redondo amarelo, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com e sem aplicação de silício, na primeira (A) e segunda safra (B). Letras minúsculas comparação adubação orgânica, letras maiúsculas comparam adubação com e sem silício, letras gregas comparam variedades de maracujá amarelo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Houve diferença significativa no rendimento da polpa, com maior valor na primeira safra (77,7 %) em comparação com a segunda (Figura 3A), o que já se espera em safras seguidas de frutíferas, inclusive as semiperenes, a produção da primeira safra pode chegar de 40 ton.ha⁻¹ com redução para 25 ton.ha⁻¹ na segunda safra (Embrapa, 2006).

Maiores valores de rendimento de polpa também foram verificados com a aplicação de silício (Figura 3B).

O rendimento de polpa em relação a adubação orgânica e as variedades estudadas (Figura 3C), verificou-se que houve diferença significativa para as duas interações. Entre as variedades pode-se observar que o redondo amarelo apresentou melhores médias para rendimento de polpa para os dois adubos. Para os adubos orgânicos verificou-se para o BRS Sol do cerrado que a cama de frango foi superior ao esterco bovino com 69,7% e 66,6%, respectivamente, o mesmo foi observado para o Redondo amarelo com 82% e 76,3%.



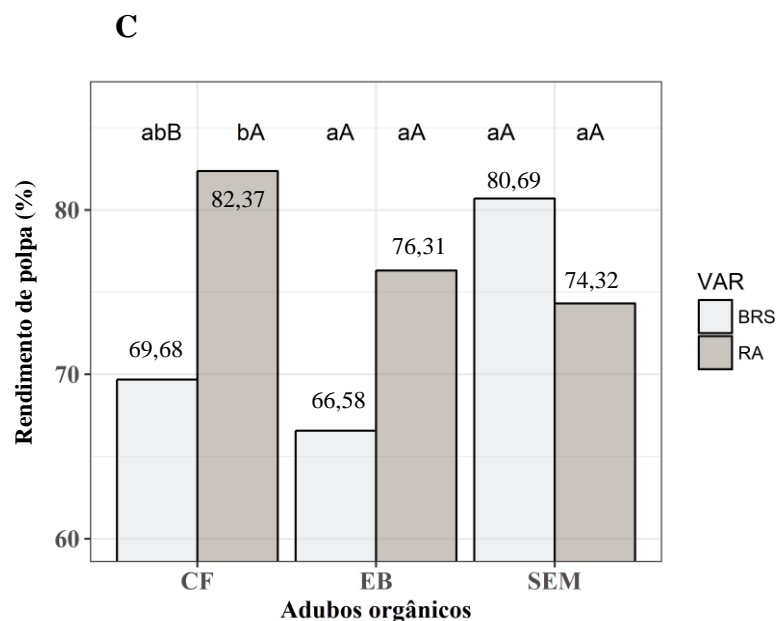


Figura 3. Rendimento de polpa das variedades de maracujá amarelo BRS sol do cerrado e redondo amarelo, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com e sem aplicação de silício, e na primeira e segunda safra. Letras seguidas minúsculas comparação adubação orgânica, letras maiúsculas comparam variedades de maracujá amarelo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Verificou-se assim que os resultados obtidos para o rendimento em polpa dos frutos das plantas submetidas a adubação silicatada foram superiores a 50 %, bem como nas safras, com superioridade para primeira safra, valor considerado adequado ao mercado (Nascimento et al., 2015). O aumento da população de microrganismos nas maiores doses de biofertilizante podem contribuir para a imobilização de nitrogênio e potássio no solo, provocando a redução desses nutrientes na época de floração e formação dos frutos (Nascimento et al., 2015).

O decréscimo no rendimento de polpas com a adição de adubos orgânicos, pode estar relacionado ao aumento da população de microrganismos no solo provocado pelas doses do insumo no período de formação dos frutos e, com efeito, terem competido com as plantas por nitrogênio e potássio, provocando a carência momentânea de ambos os nutrientes às plantas na época de maior exigência que se caracteriza na floração e formação dos frutos (Nascimento et al., 2015).

Para diâmetro dos frutos (Figura 4) entre adubos orgânicos, as duas variedades e a adubação com e sem silicato de potássio, verificou-se que houve diferença significativa para os adubos orgânicos, tanto cama de frango e esterco bovino, com

adição da adubação silicatada em relação a não adubação orgânica, o mesmo foi observado para interação com as variedades. A ‘BRS Sol do Cerrado’ para adubação cama de frango mostrou superioridade em relação ao esterco bovino, com a adição de silicato de potássio, com média de 85,17mm e 74,12mm, respectivamente. O mesmo aconteceu para a ‘Redondo Amarelo’, com médias de 90,93mm e 81,55mm.

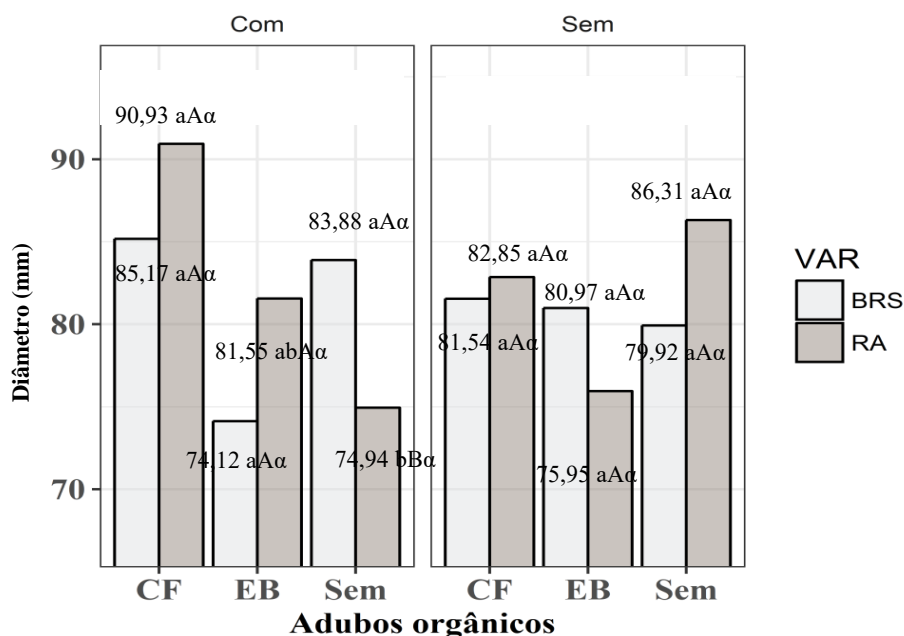


Figura 4. Diâmetro dos frutos das variedades de maracujá amarelo BRS sol do cerrado e redondo amarelo, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com e sem aplicação de silício, e na primeira e segunda safra. Letras minúsculas comparação adubação orgânica, letras maiúsculas comparam adubação com e sem silício, letras gregas comparam variedades de maracujá amarelo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Para a variável firmeza da casca dos frutos de maracujá-amarelo (Figura 5), pode-se verificar que na interação com os adubos orgânicos houve diferença significativa para plantas adubadas e não adubadas, não diferindo entre os adubos esterco bovino e cama de frango.

Os frutos provenientes de adubação com esterco bovino mostraram-se mais firmes em comparação ao adubados com cama de frango, com 9,31N para 7,81N, respectivamente.

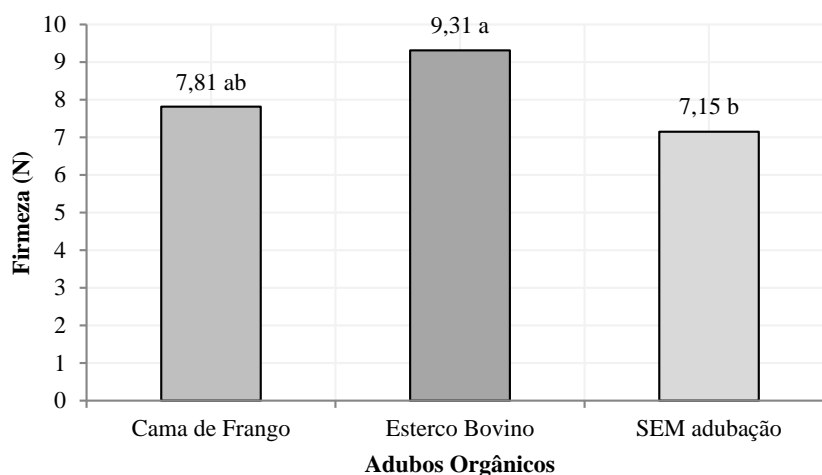


Figura 5. Firmeza dos frutos das variedades de maracujá amarelo BRS sol do cerrado e redondo amarelo, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM).

Médias seguidas de letras iguais comparam adubação orgânica, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Dias et al. (2015) registraram que o uso de tratamentos com biofertilizante bovino elevou a firmeza dos frutos de maracujazeiro amarelo.

Em relação ao parâmetro de cor de casca e polpa, atributo este extremamente importante para atrativo comercial de frutos de maracujá, houve diferença significativa para os parâmetros para cor da casca **a** (relação vermelho/verde), **b** (relação amarelo/azul), **C** (corresponde a vividez da cor do fruto) e **H** (relação intensidade cor clara ou escura), assim como houve diferença significativo para cor da polpa para **a** e **H**.

Para a coloração da casca para o parâmetro “a” (Figura 6), com a interação com a adubação orgânica, com as duas variedades e a adição da adubação silicatada, pode-se verificar que para o BRS Sol do Cerrado com a adição de silício com a cama de frango proporcionou a casca dos maracujás percentuais de coloração verde, ou seja, a mudança da cor vermelho/verde ficou mais evidente na adição do adubo esterco bovino verificando a desmembramento da cor verde para esse tratamento, ou seja a cor amarela mais predominante. Já sem a adição da adubação silicatada, o as melhores condições de cores menos esverdeadas foi para a cama de frango e sem adição dos adubos orgânicos. E quando se refere a variedade redondo amarelo verificou-se que tanto com e sem adição silicatada quando submetido a adubação orgânica com cama de frango a redução da coloração verde.

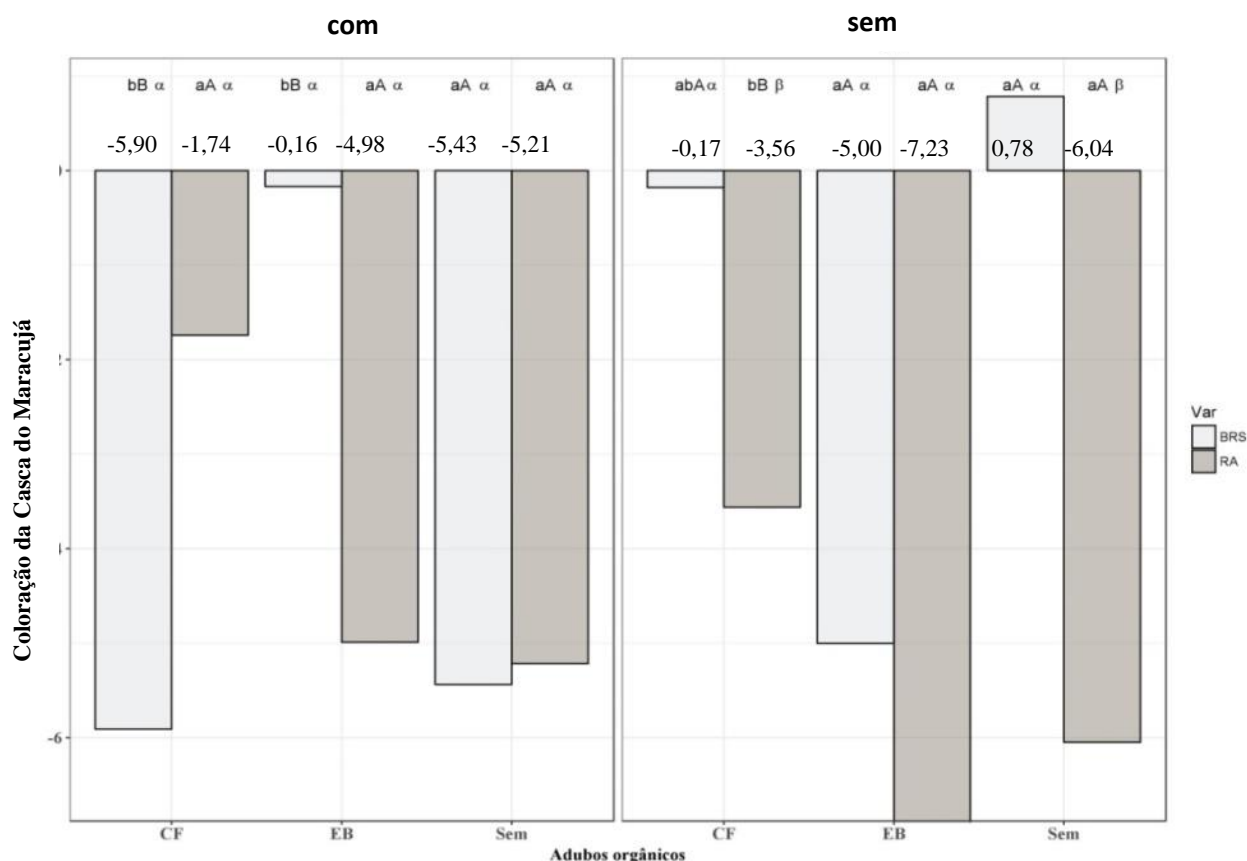


Figura 6. Coloração da casca dos frutos das variedades de maracujá amarelo BRS sol do cerrado e redondo amarelo, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), para o parâmetro ‘a’ Letras minúsculas comparação adubação orgânica, letras maiúsculas comparam adubação com e sem silício, letras gregas comparam variedades de maracujá amarelo, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação a cor da polpa, verificou-se no parâmetro **a** que houve diferença significativa tanto entre as variedades como a relação das duas safras (Figura 7A) e também em relação a adubação orgânica e a interação com e sem adubação silicatada (Figura 7B).

Pode-se observar que a segunda safra do maracujá amarelo quando comparada com as variedades, apresentou diferença em relação à primeira safra, onde a coloração da polpa mostrou-se mais alaranjada ou avermelhada dentro do parâmetro “a”. Podendo-se observar ainda que a variedade ‘Redondo Amarelo’ apresentou maior valor deste mesmo parâmetro.

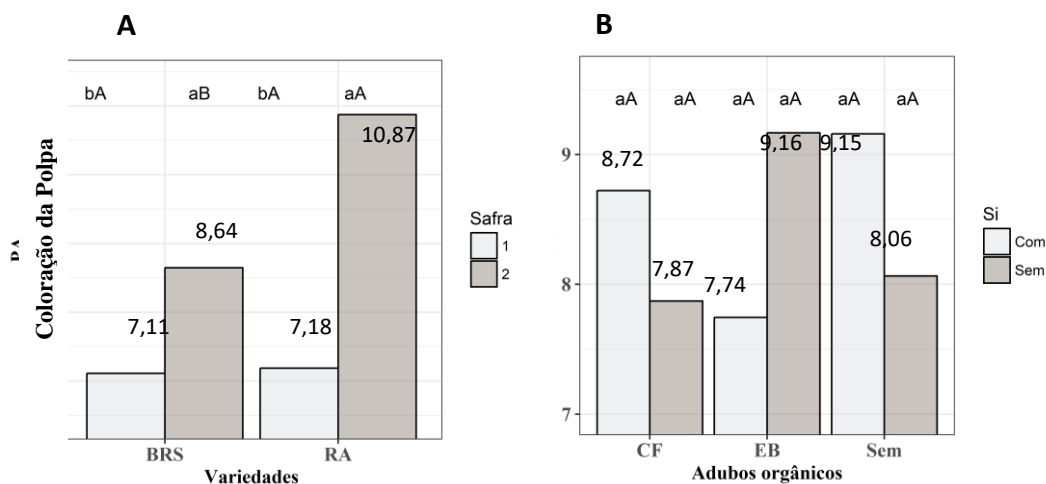


Figura 7. Coloração da polpa dos frutos das variedades de maracujá amarelo BRS sol do cerrado e redondo amarelo, adubadas com cama de frango (CF), esterco bovino (EB) e sem adubação (SEM), com e sem aplicação de silício, na primeira e segunda safra, para o parâmetro 'a'. Letras minúsculas comparam variedades, letras maiúsculas comparam safras (A); letras maiúsculas comparam adubação orgânica, letras maiúsculas comparam adubação silicatada, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A coloração da casca está estreitamente relacionada à maturação dos frutos e às condições climáticas durante o período de cultivo. A maturação dos frutos, baseada na coloração da casca, é denominada de maturação aparente. A coloração é um atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. As modificações ocorrem devido à destruição da clorofila e a síntese de novos pigmentos (Thé, 2001).

Os teores de sólidos solúveis, de ácido ascórbico, acidez titulável e relação SS/AT (Tabela 3), foram influenciados pela interação entre variedades, adubação orgânica e adubação silicatada.

Para teor de ácido ascórbicos nos frutos, verificou-se que quando não há a adição de adubo orgânico e nem da adubação silicatada para a variedade BRS Sol do Cerrado houve uma diminuição, comparando com as outras interações, onde pode-se observar que com a adição de esterco bovino sem a adubação silicatada houve a maior média de 33,66 mg/100g, o que pode-se observar também para a variedade redondo amarelo com média (15,64 mg/100g) que não difere da maior para essa variedade 18,21 mg/100g. Pode-se observar ainda que as menores médias em relação ao teor de Ácido Ascórbico foi para a variedade redondo amarelo, onde a maior média do BRS Sol do Cerrado foi de 33,66 mg/100g e do Redondo Amarelo foi de 18,21 mg/100g.

Foi observado que os teores de ácido ascórbico se mostraram elevados para todos os tratamentos dentro da variedade BRS Sol do Cerrado, quando comparados com a variedade Redondo Amarelo. Sendo observado ainda que mesmo sendo os maracujás

amarelos adubados com silicato de potássio, as maiores médias foram para os tratamentos que não foram adicionados a adubação silicatada. A síntese de ácido ascorbico nos frutos ocorre a partir de açúcares hexoses, originalmente D-glicose ou D-galactose. O potássio está diretamente envolvido no metabolismo de carboidratos por meio da atuação de enzimas que requerem o elemento essencial em grandes concentrações (Taiz & Zeiger, 2013).

Para Mellek et al., (2010), o mercado consumidor exige frutos de maracujazeiro com teor de vitamina C próximo a 20 mg de 100 g⁻¹ de suco, indicando que a variedade BRS Sol do Cerrado apresentou os frutos com teores superiores e dentro do indicado. A elevação dos valores de vitamina C nos tratamentos irrigados com água de boa qualidade sob adubação potássica e nos tratamentos com biofertilizante está associada à melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (Marrocos et al., 2012), proporcionando melhoria na nutrição das plantas, maior desenvolvimento das plantas, possibilitando a formação de reservas de energia, síntese e translocação de fotoassimilados para os frutos (Nascimento et al., 2011).

Tabela 3. Valores médios das características físico-químicas das duas variedades do Maracujá-Amarelo (BRS Sol do Cerrado e Redondo Amarelo), submetidos à Com e Sem adubação Orgânica (Cama de Frango e Esterco Bovino) e Com e Sem Adubação Silicatada (Areia-PB, fev/2018)

Adubações	Ácido Ascórbico (mg/100g)	AT ¹ (% ac. Cítrico)	SS (%)	SS/AT
BRS Sol do Cerrado + Cama de Frango + Com adub. silicatada	25,33 ² aAα	4,86 aAα	13,71 aAα	2,82 aAα
BRS Sol do Cerrado + Esterco Bovino + Com adub. silicatada	20,84 aAβ ³	5,06 aAα	13,00 aBα	2,56 aABα
BRS Sol do Cerrado + Sem Adub.Orgânica + Com adub. silicatada	22,15 aAα	4,93 aAβ	13,00 aAα	2,631 aAαβ
BRS Sol do Cerrado + Cama de Frango + Sem adub. silicatada	29,12 abAα	4,41 bAα	14,38 aAα	3,25 abAα
BRS Sol do Cerrado + Esterco Bovino + Sem adub. silicatada	33,66 aAα	5,05 abAα	12,33 aAα	2,44 abAα
BRS Sol do Cerrado + Sem Adub.Orgânica + Sem adub. silicatada	24,83 bAα	5,75 aAα	13,29 aAα	2,31 aAα
Redondo Amarelo + Cama de Frango + Com adub. silicatada	12,81 abBα	4,85 aAα	13,54 aAα	2,79 aAα
Redondo Amarelo + Esterco Bovino + Com adub. silicatada	11,22 bBα	5,11 aAα	15,29 aAα	2,99 aAα
Redondo Amarelo + Sem Adub.Orgânica + Com adub. silicatada	18,21 aAα	5,04 aAα	13,33 aAα	2,64 aAα
Redondo Amarelo + Cama de Frango + Sem adub. silicatada	14,09 aBα	4,99 aAα	12,38 aBα	2,48 aAαβ
Redondo Amarelo + Esterco Bovino + Sem adub. silicatada	15,64 aAα	5,01 aAα	12,79 aAβ	2,55 aAαβ
Redondo Amarelo + Sem Adub.Orgânica + Sem adub. silicatada	9,91 aBβ	5,24 aAα	13,21 aAα	2,51 aAα
C.V.(%)	37.46	12.07	13.29	21.64

¹ SS- Sólidos Solúveis; AT- Acidez Titulável; SS/AT- Relação Sólidos solúveis e acidez titulável;

² Médias de três repetições. Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

³Interação letras minúscula relação adubos orgânicos, letras maiúsculas variedades e letras gregas adubação com silício.

Para acidez titulável um dos fatores de importância para características sensoriais do maracujá amarelo, verificou-se que para interação entre os adubos orgânicos e também para adubação silicatada houve diferença significativa, onde não foi significativa entre as variedades.

As maiores médias foram verificadas nas interações tanto para as duas variedades quando não há adubação orgânica e nem silicatada, mostrando que há interferência quando se adiciona uma adubação rica em matéria orgânica e silicato de potássio, aumentando a acidez dos frutos. Mas ainda pode-se observar que quando adicionado esterco bovino, há uma tendência a aumentar a acidez do maracujá, em relação a adição de cama de frango e o silicato de potássio. Os valores das médias de acidez dos frutos de maracujá variaram para BRS Sol do Cerrado entre 4,41 a 5,75 % ac. Cítrico, e para Redondo Amarelo foi de 4,85 a 5,25 % ac. Cítrico.

Segundo Nascimento et al. (2015), a acidez da polpa do maracujá é uma característica também importante para a indústria, pois desfavorece o desenvolvimento de microrganismos e, conseqüentemente, confere maior tempo de conservação do produto. Por outro lado, a acidez elevada proporciona um sabor não muito doce, o que não agrada aos consumidores de fruta fresca. Entretanto, no maracujá, acidez é uma característica importante na definição da qualidade e aceitação. Em seu estudo, os referidos pesquisadores encontraram teores entre 3,22 e 4,82, sendo para este estudo foi obtido valores maiores de 4,41 a 5,75 % ac. Cítrico.

Para Freitas et al. (2011), os teores de acidez da polpa do maracujá oscilaram de 2,39 a 4,6 % em diferentes genótipos de maracujá-amarelo. Já para Aguiar et al., (2015), os valores variaram entre 3,7 e 5,0%. Valores elevados de acidez no suco de maracujazeiro constituem uma característica de importância para o processamento da fruta, em virtude da possibilidade de redução da adição de acidificantes.

A faixa adequada de acidez titulável para a polpa do maracujá varia entre 2,5 a 4,6 %. Ao considerar que os frutos serão destinados ao processo de polpa, a elevada acidez reduz a necessidade de adição de acidificantes, garantindo segurança alimentar para os consumidores (Nascimento et al., 2015).

Em relação aos sólidos solúveis verificou-se que não houve diferença significativa na interação entre os adubos orgânicos, já entre as variedades e também

adubação silicatada houve diferença significativa. Dentro da mesma variedade, a BRS Sol do Cerrado, verificou-se que quando adubado com cama de frango e sem adição do silício a média do SS/AT tende a ser maior que os demais tratamentos, com média de 3,25. Este comportamento não foi verificado para a variedade Redondo amarelo, que apresentou índice superior de 2,99 para a variedade quando adubada com esterco bovino e adubadas com silício.

O maior valor de sólidos solúveis, 15,29%, foi observado nos tratamentos adicionados adubação orgânica (esterco bovino) e silicato de potássio. Isso pode estar relacionado com as funções do potássio na qualidade, sendo responsável pelo sabor doce dos frutos Dias et al. (2015). Os valores superam a faixa de 10,26 a 12,59° Brix reportados pelos autores citados anteriormente, em suco de frutos de plantas de maracujazeiro irrigado com água salina no solo com esterco líquido fermentado.

Durante a maturação dos frutos, uma das principais modificações na qualidade é o acúmulo de açúcares (glicose, frutose e sacarose), o qual ocorre simultaneamente com a redução da acidez. O teor de açúcares atinge o máximo no final da maturação, conferindo excelência à qualidade do produto. Segundo Coelho et al., 2010, valores em torno de 14,0°Brix são desejáveis pelas indústrias, pois permite um melhor rendimento tecnológico. Já Andrade Neto et al. (2015), colocam que, para a indústria, os sólidos solúveis devem estar entre 11,4 e 15,3° Brix.

CONCLUSÃO

Maracujás amarelos adubados com cama de frango e esterco bovino apresentam frutos com massa fresca;

A primeira safra do maracujá amarelo quando submetido a adubos orgânicos apresenta maior rendimento de polpa;

O rendimento de polpa apresenta superioridade para maracujás amarelo adubados com silicato de potássio;

A associação da adubação com esterco bovino e com silicato de potássio aumenta a coloração amarelada nas cascas;

As polpas dos maracujás apresentam coloração mais alaranjada para plantas adubadas com cama de frango e silicato de potássio;

O teor de ácido ascórbico nos frutos aumentou nas plantas adubadas com adubos orgânicos.

LITERATURA CITADA

- Aguiar, R.S., Zaccheo, P.V.C., Stenzel, N.M.C., Sera, T., Neves, C.S.V. 2015. Produção e qualidade de frutos híbridos de maracujazeiro-amarelo no norte do Paraná. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37: 130-137.
- Andrade Neto, R.C.; Ribeiro, A.M.A.S.; Almeida, U.O.; Negreiros. Caracterização química, rendimento em polpa bruta e suco de diferentes genótipos de Maracujazeiro azedo. **J.R.S. I ENAG 2015**, Bananeiras, PB. Dez..2015.
- Botelho, S.C.C.; Miguel-Wruck, D.S.; Roncatto, G.; Oliveira, S.S.; Botelho, F.M.; Wobeto, C. Qualidade pós-colheita de maracujá-amarelo em função de porta-enxertos e ambientes de cultivo. **Comunicata Scientiae** 7(4): 504-512, 2016
- Cavichioli, J.C., Kasai, F.S., Nasser, M.D. 2014. Produtividade e características físicas de frutos de *Passiflora edulis* enxertado sobre *Passiflora gibertii* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura** 36: 243-247, 2014.
- Coelho, A.A., Cenci, S.A., Resende, E.D. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia** 34: 722-729. 2010.
- Dias, T. J.; Freire, J. L. O.; Cavalcante, L. F.; Nascimento, E. S.; Dantas, L. A.; Dantas, M. M. M. Atributos químicos do solo irrigado com águas salinas e uso de mitigadores do estresse salino no maracujazeiro amarelo. **Revista Principia**, v. 1, n. 27, p. 19-29, 2015.
- Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A cultura do maracujá. **Coleção plantar**, 51. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 3 ed. rev. Amp. Brasília, DF. 2006.
- Freitas, J.P.X., Oliveira, E.J., Cruz Neto, A.J., Santo S.L.R. 2011. Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 46. 2011.
- Gerrero, A.C.; Borges, L.S.; Fernandes, D.M. Efeito da aplicação foliar de silício em rúcula cultivada em dois tipos de solos. **Biosci. J. Uberlândia**, v. 27, n. 4, p. 591-596, July/Aug. 2011.
- Lúcio, A.D.; Storck, L.; Krause, W.; Regis Queiroz GonçalvesI, R.Q.; Nied, A.H. Relações entre os caracteres de maracujazeiro-azedo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.2, p.225-232, fev, 2013.
- Marrocos, S. T. P.; Novo Júnior, J.; Granjeiro, L. C.; Anbrósio, M. M. Q.; Cunha, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34 - 43 2012.

Meletti, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 083-091, Outubro 2011.

Meletti, L.M.M.; Oliveira, J.C.; Ruggiero, C. **Maracujá**. Jaboticabal: FUNEP, 2010. (Série Frutas Nativas, 6.).

Mellek, J. E.; Dieckow, J.; Silva, V. L.; Favaretto, N.; Pauletti, V.; Vezzani, F. M.; Souza, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a cambisol of southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 110, n. 1, p. 69-76, 2010.

Nascimento, J. A. M.; Cavalcante, L. F.; Dantas, S. A. G.; Silva, S. A. Estado nutricional de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, suplemento 1, p. 729-735, 2011.

Nascimento, J.A.M.; Cavalcante, L.F.; Dantas, S.A.G.; Medeiros, S.A.S.; Dias, T.J. Biofertilizante e adubação mineral na qualidade de frutos de maracujazeiro irrigado com água salina. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 220-232, março - junho, 2015.

Nogueira Filho, G.C.; Roncatto, G.; Ruggiero, C.; Oliveira, J.C.; Malheiros, E.B.; Damião Filho, C.F. Aspectos histológicos da união da enxertia hipocotiledonar no maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.515-521, 2010.

Souza, B.N. Silício no desenvolvimento morfofisiológico de mudas de maracujazeiro amarelo / Bárbara Nogueira de Souza. – Lavras: UFLA, 2015.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2013, 820 p.

Thé, P.M.P.; Carvalho, V.D.; Abreu, C.M.; Nunes, R.P.; Pinto, N.A.V. Modificações na atividade enzimática em abacaxi 'Smooth Cayenne' em função da temperatura de armazenamento e do estágio de maturação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.2, p.364-370, 2001.

Considerações finais

CONSIDERAÇÕES GERAIS FINAIS

Nas condições realizadas para este trabalho, pode-se observar que a adição da adubação orgânica no cultivo do maracujá amarelo, em fundação (primeira safra) e na em cobertura (segunda safra) melhorou a qualidade pós-colheita dos frutos, seja nas características físicas como nas características físico-químicas.

Vale salientar que estudos mais específicos precisam ser realizados por mais tempo, principalmente a disponibilidade e fracionamento do tratamento com silicato de potássio, sendo adicionado tanto via solo (o mesmo deste trabalho) como via foliar, bem como em diferentes doses e épocas.

Outro fator importante a ser analisado será a observação nas características fitopatológicas, verificando a influência destes elementos de adubação para sanidade das plantas, onde este trabalho apontou tendências a serem levadas em consideração na qualidade dos frutos, com o fornecimento de adubos orgânicos e silicatados.