



LUCIENE APARECIDA DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA NAS
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E NOS
COMPOSTOS BIOATIVOS DA BERINJELA**

**SETE LAGOAS
2017**

LUCIENE APARECIDA DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA NAS
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E NOS
COMPOSTOS BIOATIVOS DA BERINJELA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof^o. Dr. Ernani Clarete da Silva

Coorientadora: Prof^a. Dra. Lanamar de Almeida
Carlos

Coorientador: Prof^o. Dr. Gabriel Mascarenhas
Maciel

**SETE LAGOAS
2017**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

0048i Oliveira, Luciene Aparecida de.
Influência da adubação fosfatada e potássica nas características agronômicas, físico-químicas e nos compostos bioativos da berinjela / Luciene Aparecida de Oliveira ; orientador Ernani Clarete da Silva; coorientadora Lanamar de Almeida Carlos. -- Sete Lagoas, 2017.
44 p.

Dissertação (Mestrado - Engenharia Agrônômica) -- Universidade Federal de São João del-Rei, 2017.

1. berinjela. 2. nutrição mineral. 3. antocianinas. 4. compostos fenólicos. I. Silva, Ernani Clarete da, orient. II. Carlos, Lanamar de Almeida , co-orient. III. Título.

LUCIENE APARECIDA DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA NAS
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS E NOS
COMPOSTOS BIOATIVOS DA BERINJELA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof^o. Dr. Ernani Clarete da Silva
Coorientadora: Prof^a. Dra. Lanamar de Almeida Carlos
Coorientador: Prof^o. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel

Sete Lagoas, 15 de dezembro de 2017.

Banca examinadora:

Prof^a. Dra. Leila de Castro Louback Ferraz - UFSJ

Dra. Amanda Aparecida de Oliveira Neves Viana - Eng^a. Agrônoma

Prof^o. Dr. Ernani Clarete da Silva
Orientador

Dedico a minha querida mãe, Joana Gonçalves de Oliveira e a minha irmã, Maria Helena de Oliveira (*in memoriam*) por me darem o melhor exemplo de vida, amor e confiança.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força na busca pelo conhecimento, mostrando-me sempre o melhor caminho a ser seguido.

À minha mãe, aos meus irmãos e às minhas irmãs, por acreditarem em mim e por sempre terem confiado nas coisas que faço.

À Emater-MG, pelo seu compromisso em qualificar seus profissionais, dando-me oportunidade para realização do mestrado.

À Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, Campus Sete Lagoas, por oferecer o curso de mestrado.

Ao professor Ernani Clarete da Silva, meu orientador, pela orientação, dedicação, compreensão, confiança, colaboração, ensinamentos e incentivo.

À professora Lanamar de Almeida Carlos, minha coorientadora, pelo acompanhamento, apoio, incentivo e suporte nas análises laboratoriais.

À minha querida Julieta Alves da Paixão e Domingos José Vítor da Paixão, meus grandes amigos, pela cessão da área para montagem do experimento.

À Empresa Hidroflorestas Irrigação, pela cessão dos equipamentos e montagem do sistema de irrigação utilizado no experimento de campo.

A Eduardo de Oliveira Fagnoli, pela amizade, incentivo e esforço para que eu realizasse esta etapa em minha vida.

A Luciano Vieira Azeredo Rocha, pelo companheirismo, incentivo, apoio e paciência.

A Eugênio Álvares de Macedo, pela amizade, compreensão e incentivo.

Aos amigos do mestrado: Bárbara, Eduardo e Joelma, pelo apoio, troca de experiências, prontidão e companheirismo.

Às minhas colegas do curso de Engenharia de Alimentos: Jéssica, Adriana, Luma e Roberta, por me auxiliar nas análises laboratoriais.

À Sione Marcelino Pereira Ramanholo, minha amiga, pela amizade e apoio incondicional no trabalho.

A Geraldo Rodrigues Cruz, pelo apoio e prontidão.

Aos professores do programa de pós-graduação por ajudar-me a construir o conhecimento.

E a todos, que direta ou indiretamente, estiveram junto a mim incentivando e desejando o melhor sempre.

A vocês, muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura química das antocianinas.....	11
Figura 2 – Croqui do experimento.....	14
Figura 3 – Razão entre comprimento e diâmetro transversal nos frutos de berinjela em resposta a doses de P_2O_5 ($kg \cdot ha^{-1}$).....	20
Figura 4 – Formato dos frutos de berinjela em resposta a doses de P_2O_5 : (A) $0 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$ de P_2O_5 ; (B) $120 \text{ kg} \cdot ha^{-1} P_2O_5$	21
Figura 5 – Umidade em frutos de berinjela cultivar Ciça: (A) efeito da adubação fosfatada em cada dose de K; (B) efeito da adubação potássica em cada dose de P.....	23
Figura 6 – Compostos fenólicos em frutos de berinjela cultivar Ciça em resposta a doses de $K_2O(kg \cdot ha^{-1})$	25
Figura 7 – Antocianinas em berinjela cultivar Ciça em resposta a doses de $P_2O_5(kg \cdot ha^{-1})$	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química da berinjela crua <i>in natura</i> em 100g de parte comestível.....	3
Tabela 2 – Extração de macronutrientes por tonelada de frutos frescos de berinjela.....	4
Tabela 3 – Resultados da análise de solo utilizado no experimento.....	15
Tabela 4 – Resumo da análise de variância para as características: altura de plantas (cm), número de frutos por planta (unidades), massa média de frutos (g), razão entre comprimento e diâmetro transversal de frutos e produtividade (t.ha ⁻¹).....	19
Tabela 5 – Resumo da análise de variância para as características: umidade (%), pH, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável (g ácido cítrico.100g ⁻¹) em base fresca e SS/ATT.....	21
Tabela 6 – Resumo dos compostos bioativos em berinjela cultivar Ciça: compostos fenólicos totais (mg EAG. 100g ⁻¹) e antocianinas (mg cianidina-3-glicosídeo E.100g ⁻¹) em base fresca.....	24

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT.....	II
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 Cultura da berinjela.....	2
2.1.1 Aspectos botânicos e fisiológicos.....	2
2.1.2 Ecofisiologia.....	2
2.1.3 Aspectos nutricionais e propriedades nutraceuticas.....	2
2.3 Nutrição mineral.....	4
2.3.1 Fósforo.....	5
2.3.2 Potássio.....	6
2.4 Qualidade pós-colheita.....	8
2.4.1 Atributos de qualidade.....	8
2.4.2 Compostos bioativos.....	9
2.4.2.1 Compostos fenólicos.....	10
2.4.2.2 Antocianinas	11
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	13
3.2 Material experimental.....	13
3.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	13
3.4 Condução do experimento.....	14
3.5 Avaliações.....	16
3.5.1 Características agronômicas.....	16
3.5.2 Características físico-químicas.....	16
3.5.3 Compostos bioativos.....	17
3.6 Análises estatísticas.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Características agronômicas.....	19
4.2 Características físico-químicas.....	21
4.3 Compostos bioativos.....	24
4.3.1 Compostos fenólicos	24
4.3.2 Antocianinas.....	26
5 CONCLUSÕES.....	28
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E NOS COMPOSTOS BIOATIVOS DA BERINJELA

RESUMO – A berinjela é um alimento funcional rico em antioxidantes. Seu consumo traz diversos benefícios para o organismo, como redução do colesterol sérico, triglicerídeos e riscos cardiovasculares e emagrecimento. Os compostos fenólicos e antocianinas são alguns dos compostos que interferem nesta capacidade antioxidante, podendo ser influenciados pela nutrição mineral. Dentre estes nutrientes destacam-se o fósforo (P) e potássio (K). Eles participam dos processos essenciais na fisiologia das plantas. No entanto, o efeito destes nutrientes nas características físico-químicas da berinjela tem sido pouco estudado. O trabalho foi realizado no município de Baldim, MG, objetivando avaliar os efeitos de diferentes doses de fósforo e potássio nas características agronômicas, físico-químicas e nos compostos bioativos de frutos de berinjela variedade Ciça. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4 com quatro repetições. Os fatores em estudo foram quatro doses de P_2O_5 (0, 60, 120 e 180 $kg \cdot ha^{-1}$) e quatro doses de K_2O (0, 25, 50 e 75 $kg \cdot ha^{-1}$). O sistema de irrigação foi do tipo localizado por gotejamento. As avaliações iniciaram-se 80 dias após o transplante, prolongando-se por dois meses. Analisaram-se os três primeiros frutos de cada planta da parcela. As seguintes características foram avaliadas: altura de plantas, número de frutos por planta, massa média dos frutos, razão entre comprimento e diâmetro transversal dos frutos, produtividade, umidade, sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (ATT), relação SS/ATT, pH, compostos fenólicos e antocianinas. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o software SISVAR 5.6. As doses de K não promoveram melhorias nas características agronômicas. Em relação aos compostos bioativos, houve melhorias nos compostos fenólicos aumentando seu teor até a dose 72 $kg K_2O \cdot ha^{-1}$. A ausência do fornecimento de P produziu efeito significativamente positivo no teor de antocianinas nos frutos; frutos produzidos sob esta condição apresentaram-se mais achatados em relação às doses superiores. As doses de P e K produziram efeitos significativos na umidade dos frutos. A umidade dos frutos diminuiu quando se aumentou a dose de K e não forneceu P; fornecendo simultaneamente doses de P e K, a umidade aumentou até determinada dose e diminuiu com o aumento do fornecimento destes nutrientes.

Palavras-chave: berinjela; nutrição mineral; antocianinas; compostos fenólicos.

PHOSPHATE AND POTASSIUM FERTILIZATION INFLUENCE ON THE AGRONOMIC, PHYSICOCHEMICAL AND BIOACTIVE CHARACTERISTICS OF EGGPLANT

ABSTRACT – Eggplant is a functional nutriment that contains lots of antioxidant. Its consumption brings a number of benefits to the body such as reduction of serum cholesterol, triglycerides and cardiovascular risks and loss of weight. Phenolic compounds and anthocyanins are some of the compounds that interfere in this antioxidant capacity, being able to be influenced by the mineral nutrition. Among these nutrients, phosphorus (P) and potassium (K) are highlighted. They participate in the essential processes in plant physiology. However, the effect of these nutrients on the physicochemical features of eggplant has been little studied. The research was carried out in the municipality of Baldim, MG, and its goal was to evaluate the effects of different doses of phosphorus and potassium on agronomic, physicochemical characteristics and on bioactive compounds of fruits from a variety of eggplant tree called Ciça. The trial design used was the randomized blocks in a 4 x 4 factorial scheme with four repetitions. The factors studied were four doses of P_2O_5 (0, 60, 120 and 180 $kg \cdot ha^{-1}$) and four doses of K_2O (0, 25, 50, e 75 $kg \cdot ha^{-1}$). The irrigation system was the localised drip irrigation type. The evaluations started 80 days after the transplant, extending for two months. The first three fruits of each plant of the parcel were analyzed. The following characteristics were evaluated: the height of plants, number of fruits per plant, average mass of the fruits, ratio between length and transverse diameter of fruits, productivity, humidity, total soluble solid (TSS), total tritrateable acidity (TA), relation TSS/TA, pH, phenolic compounds and anthocyanins. The data were submitted to analysis of variance, using SISVAR software 5.6. The doses of K didn't promote improvements in the agronomic characteristics. Regarding bioactive compounds, there were betterments in phenolic compounds increasing its contents until the dose 72 $kg K_2O \cdot ha^{-1}$. The lack of P supply significantly produced a positive effect on anthocyanin content in fruits; fruits produced under that condition were flatter than higher doses. Doses of P and K produced meaningful effects on the fruit humidity. The fruit humidity decreased when the dose of K increased and P was not provided; supplying doses of P and K simultaneously, the humidity increased up to a certain dose and decreased with the enlargement of supplying of those nutrients.

Keywords: eggplant; mineral nutrition. anthocyanins; phenolic compounds.

1 INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma solanácea perene, porém cultivada como anual. É originária da Índia, Birmânia e China, sendo introduzida na Europa pelos árabes. Foi introduzida no Brasil no século XVI pelos portugueses. É cultivada em maior escala nos estados de São Paulo, seguido de Minas Gerais e da região sul do país (EMBRAPA, 2007).

No Brasil, a produção de berinjela no ano de 2006 foi de 78.217 toneladas (IBGE, 2006). Segundo dados das Centrais de Abastecimento, no ano de 2016 foram comercializados no Estado de São Paulo 32.426 toneladas (CEAGESP, 2016) e no Estado de Minas Gerais, 10.518 toneladas (CEASA-MINAS, 2016).

O consumo de berinjela vem aumentando a cada ano pelo fato de ser um alimento funcional. Os alimentos funcionais apresentam substâncias com distintas funções biológicas, denominados compostos bioativos que são capazes de modular a fisiologia do organismo, garantindo a manutenção da saúde. Destacam-se entre os compostos bioativos presentes na berinjela, as antocianinas e os compostos fenólicos que são uns dos responsáveis pelas propriedades antioxidantes do fruto. Este vegetal é de grande interesse aos pesquisadores pelos efeitos benéficos aos seres humanos no qual se podem citar a redução do colesterol sérico e triglicérides, redução de riscos de doenças cardiovasculares e emagrecimento (CUPARI, 2005; GONÇALVES et al., 2006; ROSA, et al., 2011).

Assim, cresce o interesse dos consumidores e também dos fabricantes de alimentos em relação à composição nutricional dos alimentos, bem como os fatores que influenciam os teores de compostos específicos.

A produção destes metabólitos secundários – antocianinas e compostos fenólicos – podem ser influenciados pela nutrição mineral. Os nutrientes minerais fornecidos às culturas podem estar relacionados aos níveis de alguns compostos orgânicos nas plantas que exercem influência sobre processos bioquímicos e fisiológicos, melhorando a qualidade físico-química e nutricional dos frutos e produtividades das culturas. Dentre os nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento da berinjeleira, destacam-se o fósforo (P) e o potássio (K).

Diante do exposto, a nutrição mineral interfere na produção de metabólitos secundários e na qualidade e valor nutricional dos frutos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a fertilização fosfatada e potássica, em diferentes doses, nas características agrônômicas, físico-químicas e nos compostos bioativos – compostos fenólicos e antocianinas – em frutos de berinjeleira cultivar Ciça.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da berinjela

2.1.1 Aspectos botânicos e fisiológicos

A berinjela, *Solanum melongena* L., pertence à família *Solanaceae*. É uma planta perene, porém cultivada como anual. É arbustiva, com caule semilenhoso, ereto ou prostrado, resistente ultrapassando 1 metro de altura (FILGUEIRA, 2012). A intensa formação de ramos laterais confere à planta o aspecto de arbusto bem copado. O sistema radicular pode atingir profundidades superiores a um metro. As folhas são alternas, simples; pecíolos de dois a dez de comprimento; limbo foliar de formato ovado ou oblongo-ovado, com densa pilosidade acinzentada; margens sinuosamente lobadas, ápice agudo ou obtuso, base arredondada ou cordada, geralmente desiguais. As flores são hermafroditas, ocorre autofecundação e é baixa a incidência de polinização cruzada. O fruto é uma baga, de formato alongado, de cor variada, usualmente roxo-escuro ou púrpura (EMBRAPA, 2007; FILGUEIRA, 2012).

2.1.2 Ecofisiologia

A berinjela é uma planta tipicamente tropical, e uma das culturas oleráceas mais exigentes em temperatura, sendo, inclusive, favorecida pelo calor. É especialmente exigente nos estádios iniciais: germinação, emergência e formação da muda. Durante a floração e frutificação, inclusive, tolera temperaturas amenas. A diferença entre temperaturas diurnas e noturnas de 6-8°C favorece a frutificação e resulta em alta produtividade (FILGUEIRA, 2012).

Para seu desenvolvimento prefere temperaturas entre 18 e 30 °C e 80% de umidade relativa do ar. Temperatura média abaixo de 14° C inibe o crescimento, floração e frutificação; acima de 32° C acelera a maturação dos frutos e, acima de 35°C por período prolongado, inviabiliza o pólen, impede a plena fertilização e resulta em frutos defeituosos. Temperatura noturna abaixo de 16°C resulta em crescimento retardado das plântulas (EMBRAPA, 2007).

2.1.3 Aspectos nutricionais e propriedades nutracêuticas

Por conter substâncias com supostas ações terapêuticas, a berinjela tem sido citada

por vários autores como um dos vegetais que podem ser classificados como alimento funcional. Segundo a Anvisa (1999), alimento funcional é todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido na dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica. Estudos relatam seu uso no controle de altos níveis plasmáticos de colesterol e nas dietas de emagrecimento, tornando-se assim importante na dislipidemia e obesidade (GONÇALVES et al., 2006; ROSA et al., 2011).

A berinjela é um vegetal com alto teor de água, baixo de proteínas, rica em fibras, sais minerais (cálcio, fósforo, potássio e magnésio) e vitaminas, saponinas, compostos fenólicos e glicocalcoides (GONÇALVES et al., 2006; GONZÁLES-LAVAUT et al., 2007). Sua composição química está descrita na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química da berinjela crua *in natura* em 100 g de parte comestível.

Nutriente	Valor
Umidade (%)	93,8
Energia (kcal)	20
Proteínas (g)	1,2
Lipídeos (g)	0,1
Carboidratos (g)	4,4
Fibra (g)	2,9
Cinzas (g)	0,4
Cálcio (mg)	9,0
Magnésio(mg)	13
Manganês (mg)	0,1
Fósforo (mg)	20,0
Potássio (mg)	205
Cobre (mg)	0,06
Zinco (mg)	0,1
RE (µg)	24,0
Tiamina (µg)	0,04
Riboflavina (µg)	0,05
Vitamina C (mg)	3,0

Fonte: NEPA, 2011.

As antocianinas que conferem à casca uma cor púrpura são os compostos

Segundo Faquim e Andrade (2004), de modo geral, as exigências nutricionais das hortaliças obedecem a seguinte ordem decrescente:

Macronutrientes: K>N>Ca>Mg>P=S

Micronutrientes: Fe>Mn>Zn>B>Co>Mo.

2.2.1 Fósforo

O fósforo (P) é dos macronutrientes, um dos menos exigidos pela planta, mas trata-se do nutriente mais usado em adubações no Brasil. Isso é devido à forte interação que o elemento apresenta com os componentes minerais do solo, processo denominado de fixação. É, certamente, o nutriente que mais limita o crescimento das plantas nos solos das regiões tropicais (FAQUIM e ANDRADE, 2004).

O fósforo participa de vários processos metabólicos em plantas, como a transferência de energia, síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração, síntese e estabilidade de membrana, ativação e inativação de enzimas, reações redox, metabolismo de carboidratos e fixação do nitrogênio. Em plantas sob deficiência de fósforo, a alteração do metabolismo primário para o metabolismo secundário resulta frequentemente na acumulação de metabólitos secundários, como flavanoides e alcaloides indólicos (SHUMAN, 1994; VANCE et al., 2003).

A absorção de P pelas plantas se dá na forma $H_2PO_4^-$ predominantemente na faixa de pH do solo de 4 a 7. Como no solo o fósforo se movimenta por difusão, a curtas distâncias, as micorrizas apresentam um papel relevante na sua absorção aumentando a superfície absorvente e o volume do solo explorado pelo sistema radicular das plantas (FAQUIM e ANDRADE, 2004).

Os microrganismos desempenham funções primordiais no aumento da disponibilidade do P do solo para as plantas, por meio de mecanismos que afetam a estrutura, a química, a bioquímica e a fisiologia do sistema radicular. Dentre essas ações dos organismos, destacam-se a extensão dos sistemas radiculares pelas associações com fungos micorrízicos e a solubilização e a mineralização microbianas do P por algumas bactérias e fungos (ARAÚJO e MACHADO, 2006).

As micorrizas são associações ou simbioses mutualísticas entre fungos e raízes das plantas hospedeiras, em que os compostos de carbono produzidos pela fotossíntese são utilizados pelo hospedeiro e pelo fungo, e este último fornece às plantas parte dos nutrientes absorvidos do solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

O mais importante composto no qual o grupo fosfato serve para armazenar energia e depois transferi-la para a promoção de processos endergônicos é o trifosfato de adenosina – ATP (SHUMAN, 1994; FAQUIM e ANDRADE, 2004).

Nas plantas, em geral, observa-se sintomas de deficiência uma coloração verde-escura nas folhas mais velhas e, algumas espécies, colorações avermelhadas em conseqüências da acumulação de antocianina. Outros sintomas de deficiência de fósforo são: menor perfilhamento, atraso no florescimento, gemas laterais dormentes, número reduzido de frutos e sementes e pequena nodulação em leguminosas, além de acentuada redução no crescimento da planta como um todo (MALAVOLTA et al., 1997). Ocorrem queda de flores e drástica redução de produtividade, podendo inclusive não haver produção de frutos (EMBRAPA, 2007).

A recomendação de adubação fosfatada no Brasil difere de região para região. Em solos de Minas Gerais, Ribeiro et al. (1999) recomendam no plantio doses de 200, 160, 120 e 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ nas condições de baixa, média, boa e muito boa disponibilidade de P no solo, respectivamente. Em São Paulo, Raij et al. (1996) recomendam doses de 600, 320 e 160 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ levando em consideração a concentração de P disponível no solo. No estado do Rio de Janeiro, De-Polli (1988) recomenda 120, 90 e 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ para teores baixos, médios e altos de P no solo, respectivamente.

2.2.2 Potássio

O potássio (K) é o cátion mais abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos. Encontra-se predominantemente como cátion livre ou como cátion adsorvido e pode ser facilmente deslocado nos tecidos das plantas (LINDHAUER, 1985; MEURER, 2006).

As plantas absorvem o potássio na forma iônica K⁺ da solução do solo, e, para que a absorção efetivamente ocorra, é necessário que o nutriente entre em íntimo contato com a superfície da raiz. A difusão e o fluxo de massa são os principais mecanismos de transporte (suprimento) do K⁺ da solução do solo até a superfície radicular (BARBER, 1995). O suprimento por fluxo de massa depende da quantidade de água transpirada pela planta e do teor do K na solução do solo. A difusão, que é o principal mecanismo de suprimento do K às raízes, ocorre em resposta a um gradiente resultante das diferenças de concentração do K entre a superfície da raiz e da rizosfera. A difusão do K para as raízes é limitada à rizosfera,

isto é, a distâncias muito curtas da superfície da raiz, usualmente em torno de 1 a 4 mm (MEURER, 2006).

O potássio atua em muitos processos fisiológicos nos vegetais (MARSCHNER, 1995; TAIZ e ZIEGER, 2013), ativando mais de 60 sistemas enzimáticos (sintetases, oxirredutases, desidrogenases, transferases, cinases); atuando na fotossíntese; favorecendo um alto estado de energia (necessária para a produção de ATP); mantendo turgor das células; regulando abertura e fechamento dos estômatos; promovendo a absorção de água; regulando a translocação de nutrientes na planta; favorecendo o transporte e armazenamento de carboidratos; incrementando a absorção do nitrogênio e a síntese de proteínas; e participando da síntese de amido nas folhas (MEURER, 2006).

A adequada nutrição de potássio resulta em diversos efeitos positivos nas plantas, como: incremento no crescimento das raízes, aumento da resistência às secas e às baixas temperaturas, resistência a pragas e doenças, resistência ao acamamento das plantas e incremento na nodulação das leguminosas. Níveis adequados de K promovem também, qualitativamente, incremento no teor de proteína, de amido nos grãos e tubérculos, na coloração e aroma dos frutos, no teor de vitamina C e de sólidos solúveis e na redução de desordens fisiológicas (MEURER, 2006). A adubação potássica complementar em solanácea-fruto favorece a qualidade dos frutos, com coloração mais acentuada, mais resistência ao transporte e maior conservação pós-colheita (FILGUEIRA, 2012).

O potássio é o elemento essencial para o crescimento, desenvolvimento e maturação dos grãos e frutos dos vegetais (MEURER, 2006).

Como o potássio pode ser remobilizado para as folhas jovens, esses sintomas aparecem inicialmente nas folhas mais maduras da base da planta, como clorose seguida da necrose nas pontas e bordos das folhas (FAQUIM e ANDRADE, 2004; MEURER, 2006).

No mundo inteiro, os principais fertilizantes potássicos utilizados são o cloreto de potássio, o sulfato de potássio e o nitrato de potássio. O cloreto de potássio corresponde por cerca de 95% de todo potássio utilizado na agricultura devido às altas concentrações de K e menor preço em relação às outras fontes (POTAFOS, 1990).

De modo geral, o potássio é o nutriente mais exigido pelas hortaliças (FAQUIM e ANDRADE, 2004).

No estado de Minas Gerais, para uma produção de 25 a 70 t.ha⁻¹, Ribeiro et al. (1999), recomendam doses de 160, 120, 80 e 50 kg.ha⁻¹ de K₂O nas condições de baixa, média, boa e muito boa disponibilidade de K no solo, respectivamente. Parte do K é aplicado no plantio (40%), e o restante em cobertura parcelados a cada 15 dias.

Em berinjela cultivar Ciça, o fornecimento de adubação em cobertura aplicada via fertirrigação incrementou as características físico-químicas, apresentando maiores teores de fibras e lipídeos (ALMEIDA MONACO et al., 2016).

2.3 Qualidade pós-colheita

A qualidade é um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto hortícola. Englobam propriedades sensoriais como aparência, textura, sabor, aroma; valor nutricional e multifuncional decorrentes dos componentes químicos, propriedades mecânicas, bem como a ausência ou a presença de defeitos no produto, influenciando na decisão de compra do consumidor (KADER, 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

2.3.1 Atributos de qualidade

Durante a maturação ocorre uma série de alterações físicas, químicas e bioquímicas nos frutos que refletem nos atributos de qualidade. Na fase final, há o aprimoramento das características sensoriais do fruto, ou seja, sabores, odores específicos se desenvolvem, com aumento na doçura e a redução na acidez e na adstringência. Isso acontece devido à redução nos teores de ácidos e fenólicos e aumento nas características de “flavor” (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Melhores características físico-químicas nos produtos garantem a aceitação pelo mercado consumidor e aumentam o rendimento no processo de industrialização (MARDONI et al., 2010).

O teor de sólidos solúveis totais (SS) é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, uma vez que aumenta de valor à medida que esses teores vão se acumulando no fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A acidez é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos. Eles também contribuem para o aroma característico, pois alguns compostos são voláteis (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Os ácidos são de fundamental importância para a regulação do pH celular, influenciando a estabilidade das antocianinas e, conseqüentemente, apresentando um papel relevante na cor dos frutos (AZEVEDO, 2007).

O pH (potencial hidrogeniônico) matematicamente representa o Log da concentração de íons hidrogênio em um material (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A determinação do

pH dos frutos é importante na definição da finalidade de uso das cultivares (CONTI et al., 2002). O pH também tem efeito importante na estabilidade da antocianina e na expressão da coloração de frutos (HOLCROFT e KADER, 1999).

Heras et al. (2013) analisando frutos de duas cultivares de berinjela (Morada e Lila) encontraram valores de pH 5,59 e 4,47; acidez, 0,14 e 0,2 % de ácido cítrico; e, sólidos solúveis totais, 4,39 e 4,83 °Brix, respectivamente. San José et. al. (2013) encontraram pH 5,44 em polpa de frutos de berinjeira. Gisbert et. al. (2011), encontraram valores médios de SST de 4,02 a 4,18 °Brix para diferentes variedades de berinjela. Valores médios de sólidos solúveis totais 3,9 °Brix, pH 4,8 e acidez expressa em ácido cítrico 0,15%, foram encontrados por Muy et al. (2002) em polpa de berinjela.

A água é um componente abundante em berinjela, aproximadamente, 93,8%. A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar características do produto, como estocagem e embalagem; alguns tipos de deterioração podem ocorrer em determinadas embalagens, se o alimento apresentar uma umidade excessiva (IAL, 2005).

2.3.2 Compostos bioativos

Os compostos bioativos são metabólitos secundários desenvolvidos pelas plantas e estão relacionados com os sistemas de defesa das mesmas contra a radiação ultravioleta, contra agressões de pragas ou patógenos, ou seja, a interação do ambiente com os mecanismos fisiológicos das plantas resulta no estímulo da síntese dos metabólitos secundários (MANACH et al., 2004; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os alimentos de origem vegetal apresentam fitoquímicos com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e hipocolesterolêmicas. Esses alimentos são conhecidos como “funcionais” (CHITARRA e CHITARRA, 2005; PINTO, 2008).

Estudos epidemiológicos, que evidenciam uma dieta rica em alimentos de origem vegetal, apresentam resultados interessantes, sugerindo que esses alimentos são capazes de exercer influência na redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como doenças cardiovasculares, cânceres, distúrbios metabólicos, doenças neurodegenerativas e enfermidades inflamatórias (KRIS-ETHERTON et al., 2002; CARRATU e SANZINI, 2005; BATTINO et al., 2009). A proteção que esses alimentos oferecem contra essas enfermidades está associada ao seu alto conteúdo de constituintes químicos com propriedades antioxidantes, dentre os quais se destacam o ácido ascórbico, os

carotenoides e os compostos fenólicos, que inclui a classe dos flavonoides e das antocianinas (HINNEBURG et al., 2006).

A berinjela é rica em agentes antioxidantes, destacando-se os flavanoides. Segundo Netzel et al. (2001) e Chitarra e Chitarra (2005), as antocianinas e proantocianinas, responsáveis pelo pigmento da berinjela, inibem a produção de radicais livres

2.3.2.1 Compostos fenólicos

Os polifenóis ou compostos fenólicos são um amplo e numeroso grupo de moléculas encontradas em vegetais. Quimicamente podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxila (PIMENTEL et al., 2005). São os antioxidantes mais abundantes da dieta sendo classificados em quatro grupos com subdivisões: flavonoides (presentes na berinjela), ácidos fenólicos, ligninas e estilbenos (CARVALHO et al., 2006; COZZOLINO, 2012).

Os compostos fenólicos recebem muita atenção da comunidade científica por seus numerosos efeitos biológicos, como sequestro de espécies radiculares de oxigênio e modulação da atividade de algumas enzimas específicas, bem como seu potencial como agente antibiótico, antialérgico e anti-inflamatório, além de atuarem em processos reguladores do metabolismo (COZZOLINO, 2012).

Os estudos farmacológicos indicam que os flavonoides presentes na berinjela podem ajudar na redução do colesterol e dos triglicérides no sangue em ratos e em seres humanos por modulação do seu metabolismo e aumento da excreção. Este efeito está associado ao aumento da atividade da enzima lecitina colesterol aciltransferase - LCAT, uma enzima presente na superfície de lipoproteína de alta densidade – HDL (GONZÁLEZ-LAVAUT, 2007).

Heras et al. (2013) encontraram valores de compostos fenólicos totais de 29,72 e 62,5 mg EAG.100g⁻¹ base fresca nas variedades Morada e Lila. Raigón et al. (2008) observaram valores médios em diferentes variedades de berinjela de compostos fenólicos compreendidos entre 34,46 e 60,70 mg EAG.100g⁻¹ de polpa fresca. Zambrano-Moreno et al. (2015) analisando compostos fenólicos em frutos *in natura* de berinjela em cultivo convencional e orgânico, encontraram valores de compostos fenólicos de 63,99 mg EAG.100g⁻¹ e 77,20 mg EAG.100g⁻¹, em cultivo convencional e orgânico, respectivamente.

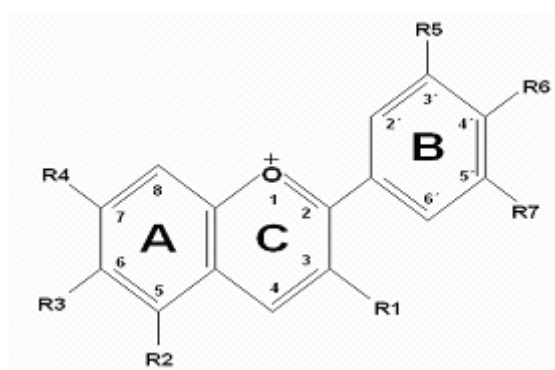
2.3.2.2 Antocianinas

O termo antocianina é de origem grega (*anthos*, uma flor, e *kyanos*, azul escuro). Após a clorofila, as antocianinas são o mais importante grupo de pigmentos de origem vegetal (HARBORNE e GRAYER, 1988). Compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal e são encontradas em maior quantidade nas angiospermas (BRIDLE e TIMBERLAKE, 1997). Pertencem à classe dos flavonoides. São responsáveis por conferir coloração laranja, rosa, escarlate, vermelha, violeta e azul nas pétalas de flores e nos frutos de vegetais superiores, podendo também ser encontrados em outras partes das plantas, como raízes e folhas (WROLSTAD, 2000; AABY et al., 2005; KONCZAK et al., 2005).

Existem aproximadamente 500 diferentes estruturas de antocianinas, que ocorrem em 27 famílias de plantas. Essas estruturas, conhecidas como agliconas, são derivadas dos dihidroflavonoides e são formadas por três anéis que possuem duplas ligações conjugadas, com inserções de hidroxilas ao longo da estrutura. Nas plantas encontram-se ligadas a um açúcar ou glicosídeo (NYMAN e KUMPULAINEN, 2001; PINELI, 2009).

A estrutura química é baseada numa estrutura policíclica de 15 carbonos, mostrada na Figura 1 (LOPEZ et al., 2000).

Figura 1 – Estrutura química das antocianinas.



As funções desempenhadas pelas antocianinas nas plantas são variadas: antioxidantes, proteção à ação da luz, mecanismo de defesa e função biológica. As cores vivas e intensas que elas produzem têm um papel importante em vários mecanismos reprodutores das plantas, tais como a polinização e a dispersão de sementes.

Foi identificado na berinjela, *Solanum melongena* L., elevado teor em ácido clorogênico, um composto fenólico abundante em plantas e com elevado potencial

antioxidante. Este componente bioativo é produzido como uma proteção natural das plantas para os microrganismos do ambiente. Da mesma forma, a cor externa do fruto, devido à presença de flavonoides do tipo antocianinas, mostra também propriedades antioxidantes. Tais compostos atuam na prevenção de doenças cardiovasculares, degenerativas e no câncer (GONZÁLEZ-LAVAUT, 2007).

Zambrano-Moreno et al., (2015) analisando frutos de berinjela *in natura* em dois tipos de cultivos, convencional e orgânico, encontraram valores médios de antocianinas de 6,31mg cianidina-3-glicosídeo Equivalente.100g⁻¹ e 1,19 mg cianidina-3-glicosídeo E.100g⁻¹, respectivamente. Em um trabalho realizado por Heras et al. (2013) utilizando duas variedades de berinjela (Morada e Lila), em frutos *in natura* encontraram valores de antocianinas de 2,00 e 2,78 mg cianidina-3-glicosídeo E.100g⁻¹, respectivamente. Braga et al. (2011) encontraram valores de antocianinas de 7,0 mg cianidina-3-glicosídeo E.100g⁻¹ e Koponem et al. (2007), 7,5 mg cianidina-3-glicosídeo E.100g⁻¹ em base fresca.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental.

O experimento foi conduzido no Sítio Taboquinha, município de Baldim, MG sob as coordenadas 19°17'12,5"S de latitude, 43°54'01"W e altitude 718m. Predomina, segundo a classificação de Köppen, clima Aw, clima tropical. A estação do verão é mais chuvosa que o inverno com índice médio pluviométrico anual de 1284 mm. As análises físico-químicas e quantificação dos compostos bioativos foram realizadas no Laboratório de Conservação de Alimentos localizado na Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas.

3.2 Material experimental

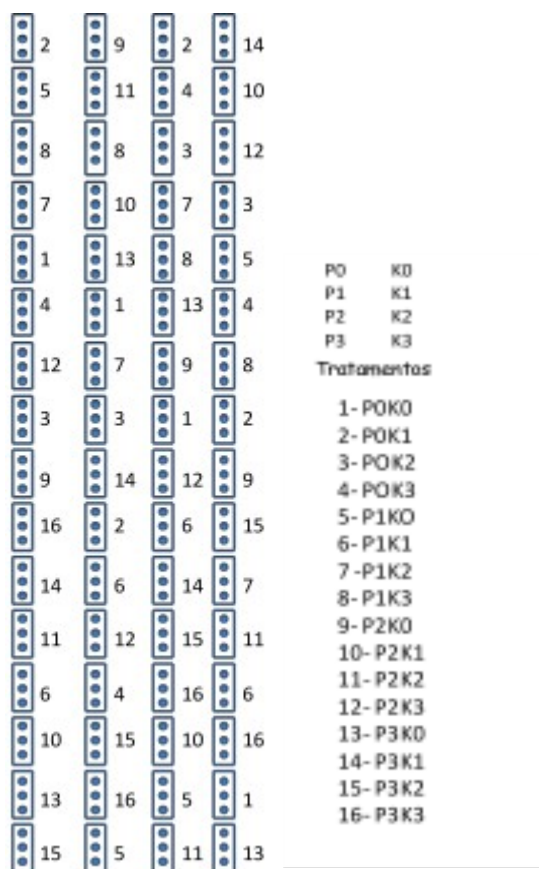
Utilizou-se a cultivar híbrida de berinjela desenvolvida pela Embrapa a qual é originária do cruzamento entre um genótipo resistente à antracnose e outro resistente à podridão de phomopsis, doenças que causam severos danos à cultura. É uma planta vigorosa, com altura entre 1,1 a 1,2 metros apresentando ausência de espinhos nas folhas. Apresenta frutos de formato oblongo, coloração roxo escuro brilhante e pesando em média 350 gramas. Em condições de cultivos convencionais, a cultivar tem-se mostrado rústica, necessitando de um número menor de pulverizações. Pode ser plantada durante todo ano em regiões que não ocorrem geadas.

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 4 repetições, em arranjo fatorial 4 X 4 (4 doses de fósforo x 4 doses de potássio) totalizando 16 tratamentos.

Os tratamentos foram distribuídos em 64 parcelas, sendo que cada parcela foi constituída por 3 plantas, conforme observado na Figura 2. A parcela útil foi constituída por uma planta.

Figura 2 – Croqui do experimento.



Foram utilizadas quatro doses de adubação fosfatada e quatro doses de adubação potássica (0, 50%, 100% e 150% da necessidade recomendada para a cultura). As doses de P_2O_5 corresponderam a $P_0= 0$, $P_1= 60$, $P_2=120$ e $P_3=180$ $kg.ha^{-1}$, utilizando-se o superfosfato simples como fonte. As doses de K_2O foram: $K_0=0$, $K_1=25$, $K_2=50$ e $P=75$ $kg.ha^{-1}$, utilizando-se como fonte o cloreto de potássio.

3.4 Condução do experimento

As plantas foram conduzidas em campo aberto em sistema de cultivo convencional num solo classificado como Cambissolo háplico Tb distrófico (EMBRAPA, 2013). As mudas foram produzidas em bandejas de plástico descartável com 200 células. O período entre o plantio das mudas e a colheita dos frutos compreendeu 165 dias.

Baseado na análise química do solo (Tabela 3) foi realizada correção do solo para elevar a saturação por bases para 70%. (RIBEIRO et al., 1999), mediante aplicação de

calcário dolomítico na quantidade de 7,0 toneladas por hectare (PRNT 85%) 3 meses antes do plantio.

Tabela 3 – Resultados da análise de solo utilizado no experimento.

	pH (H ₂ O)	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC (pH 7,0)	V
0-20 cm	4,6	dag.kg ⁻¹	mg.dm ⁻³	191,51	2,27	0,87	1,40	10,28	3,63	13,91	%

MO-matéria orgânica; P-fósforo; K-potássio; Ca-cálcio; Mg-manganês; Al-alumínio; H+Al- acidez potencial; SB-soma de bases; CTC- capacidade de troca catiônica; V- índice de saturação por bases.

O espaçamento foi de 1,20 m entre linhas e de 0,80 m entre plantas. Para evitar interferências entre os tratamentos, os blocos foram separados por distância de 1,00 m.

A dose de fósforo foi fornecida em sua totalidade no plantio; o potássio foi aplicado 40% no plantio e o restante a cada 15 dias, divididos em quatro aplicações. A adubação nitrogenada foi de acordo com a exigência da cultura, sendo utilizado como fonte o sulfato de amônio, seguindo o mesmo modo de aplicação do cloreto de potássio.

A irrigação foi realizada por sistema de gotejamento, com turno de rega de acordo com as condições climáticas. Utilizou-se mangueira gotejadora marca PETROISA, com distância entre emissores 15 centímetros e vazão de 7 L.m⁻¹. h⁻¹ (sete litros por metro linear por hora).

Durante a condução do experimento foram realizadas pulverizações com produtos específicos e registrados para a cultura da berinjela no estado de Minas Gerais para controle de pragas, conforme a necessidade. Utilizou-se imidacloprido 10 g i.a (ingrediente ativo). 100L⁻¹ água e deltametrina 1g i.a.100. L⁻¹ água, para controle de mosca branca e broca pequena dos frutos.

A colheita dos frutos começou 80 dias após o transplante. Os frutos utilizados nas análises foram os três primeiros de cada planta (parcela útil). Após colheita foram acondicionados em sacos plásticos com identificação da parcela e levados ao laboratório num prazo máximo de 4 horas onde foram pesados, contados e armazenados em freezer Electrolux a -18°C para posteriores análises.

3.5 Avaliações

3.5.1 Características agronômicas

Nas avaliações das características agronômicas utilizaram-se os frutos *in natura* colhidos durante o período de avaliação, totalizando 60 dias. Foram avaliadas as seguintes características:

- **Produtividade:** os frutos foram colhidos das quatro repetições de cada tratamento e foram pesados a cada colheita. Ao encerrar o ciclo da cultura, foram determinados os valores de produção em gramas por planta total. Os valores foram totalizados e extrapolados para hectare.

- **Número de frutos por planta:** foi obtido do somatório total do número de frutos por parcela e dividido pelo número de plantas da parcela.

- **Massa média de frutos:** a massa média foi obtida por meio da produção total por planta, em gramas, divididos pelo número total de frutos por planta.

- **Razão entre comprimento e diâmetro transversal:** a razão entre o comprimento e o diâmetro transversal do fruto foi obtida por meio da divisão entre o comprimento do fruto e seu diâmetro transversal.

3.5.2 Características físico-químicas

Para obtenção das amostras, os frutos armazenados e separados durante a colheita foram descongelados e a polpa homogeneizada em processador de alimentos.

A partir da polpa homogeneizada foram realizadas as avaliações dos atributos de qualidade da berinjela (umidade, teor de sólidos solúveis, acidez total titulável, relação sólidos solúveis/acidez total titulável e pH) e compostos bioativos (compostos fenólicos totais e antocianinas).

As determinações foram efetuadas em triplicata da seguinte forma:

- **Umidade** foi determinada por diferença de massa, em amostras de dois gramas de

fruto, acondicionadas em cadinhos identificados, submetidos à secagem em estufa de esterilização e secagem, marca Marconi, a temperatura de 105°C, até peso constante. Os cálculos foram baseados na diferença das massas das amostras antes e depois de serem submetidas à secagem (AOAC, 2012). Os resultados foram expressos em porcentagem.

- **Sólidos solúveis totais (SS):** os teores de sólidos solúveis totais foram determinados colocando-se gotas do extrato dos frutos *in natura* trituradas, homogeneizados e filtrados sobre o prisma de um refratômetro digital Reichert r²MINI, com compensação interna de temperatura. Os resultados foram expressos em ° Brix, conforme metodologia da AOAC (2012).

- **Acidez total titulável (ATT):** utilizou-se cinco gramas dos frutos *in natura* trituradas que foram diluídos com água destilada até um volume de 50 mL e titulado com solução padrão NaOH 0,01N, utilizando fenolftaleína como indicador, conforme a metodologia descrita pela AOAC (2012). Os resultados foram expressos em g ácido cítrico por 100g de polpa em base fresca.

- **Relação entre sólidos solúveis totais (SS) e acidez total titulável (ATT):** foi obtida por meio da divisão entre as leituras de sólidos solúveis totais (SS) e os teores em porcentagem de acidez titulável (ATT).

- **pH:** foi determinado por potenciometria (AOAC, 2012) com o auxílio de um pHmetro digital Tekna modelo T-1000, por imersão direta do eletrodo no extrato dos frutos *in natura* triturados e homogeneizados.

3.5.3 Compostos bioativos

- **Compostos fenólicos totais:** o conteúdo de compostos fenólicos totais foi quantificado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, modificado por Neves et al. (2009). Pesou-se um grama de frutos de berinjela triturados, homogeneizados e adicionou-se 7,5 mL de etanol a 70%. A extração foi feita a 50 °C, em banho de água termostaticado, por 30 minutos sob agitação constante. Em seguida as amostras foram centrifugadas a 3600 rpm (rotação por minuto) por dez minutos a 5 °C. Uma alíquota de 0,5 mL do filtrado foi transferida para um tubo de ensaio e foram adicionados 2,5 mL do reagente

Folin Ciocalteu (Sigma Aldrich Chemical Co.) diluídos em água destilada 1:10. O material ficou em repouso de três a oito minutos e a ele foi adicionado 2 mL de carbonato de sódio a 4%. Os tubos foram deixados em repouso por duas horas ao abrigo da luz e, na sequência, feita a leitura da absorbância a 740 nm. A leitura da absorbância foi realizada num espectrofotômetro FEMTO modelo 700 S. Foi construída uma curva de calibração contendo 100, 80, 60, 40, 20, 10 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ de ácido gálico. Os resultados obtidos foram expressos em mg EAG. 100g^{-1} (miligramas de ácido gálico por 100 gramas de amostra fresca)

- **Antocianinas:** o teor de antocianinas totais foi determinado pelo método descrito por Francis (1982). Pesou-se 0,5 g de amostra triturada e homogeneizada, transferiu-a para um balão volumétrico de 25 mL e adicionou-se solução extratora etanol 95% - ácido clorídrico 1,5 N na proporção 85:15. A amostra foi homogeneizada e os balões envolvidos com papel-alumínio, colocados numa incubadora B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) Limatec a temperatura constante de 25°C por 24 horas. Na sequência foi feita a leitura da absorbância a 535nm.

A concentração de pigmentos antociânicos foi feita baseados na absorbância, segundo a equação:

$$At=(Ab * f)/\mathcal{E}, \text{ em que:}$$

At= antocianinas, mg de cianidina-3-glicosídeo. 100g^{-1} de massa fresca;

Ab= absorbância;

f= fator de diluição;

\mathcal{E} = coeficiente de absorvidade molar da cianidina - 98,2.

Os resultados obtidos foram expressos em mg de cianidina-3-glicosídeo E. 100g^{-1} base fresca.

3.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014) e as características que apresentaram diferenças significativas foram realizadas análises de regressão em resposta a doses de P e K; e, quando necessário, as equações foram derivadas para determinação dos pontos de máxima e mínima e os valores de R^2 das equações de regressão tiveram suas significâncias testadas pelo teste F.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agronômicas

Não houve diferenças significativas para altura de plantas, número de frutos por planta, massa média de frutos e produtividade em função das doses de P_2O_5 e K_2O . Também não houve interação significativa entre os fatores. O resumo da análise de variância da altura de plantas, número de frutos, razão entre comprimento e diâmetro transversal de frutos e produtividade estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para as características: altura de plantas (cm), número de frutos por planta (unidades), massa média de frutos (g), razão entre comprimento e diâmetro transversal de frutos e produtividade ($t.ha^{-1}$).

F.V	G.L.	Q.M.				
		AP	NF	MM	RCD	PROD
Dose P (A)	3	183,06 ^{ns}	52,85 ^{ns}	313,93 ^{ns}	0,21*	252,28 ^{ns}
Dose K (B)	3	104,85 ^{ns}	73,56 ^{ns}	447,14 ^{ns}	0,01 ^{ns}	221,75 ^{ns}
A x B	9	141,07 ^{ns}	8,68 ^{ns}	348,97 ^{ns}	0,09 ^{ns}	29,78 ^{ns}
Bloco	3	121,68	43,22	255,80	0,27	229,47
Erro	45	112,36	35,36	253,30	0,05	166,92
CV(%)		11,24	27,22	7,95	9,29	28,61
Média Geral		94,28	21,84	200,10	2,45	45,15

AP: altura de plantas; NF: número de frutos; MM: massa média de frutos; RCD: razão entre comprimento e diâmetro transversal; PROD: produtividade.

^{ns} Não significativo; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em média, as plantas apresentaram 94,28 cm de altura, número de frutos por planta de 21,24, massa média de frutos de 200,10 g e produtividade de 45,15 $t.ha^{-1}$. Isso pode estar relacionado aos elevados teores iniciais de P e K ($22,31mg.dm^{-3}$ de P e $191,51mg.dm^{-3}$ de K) no solo.

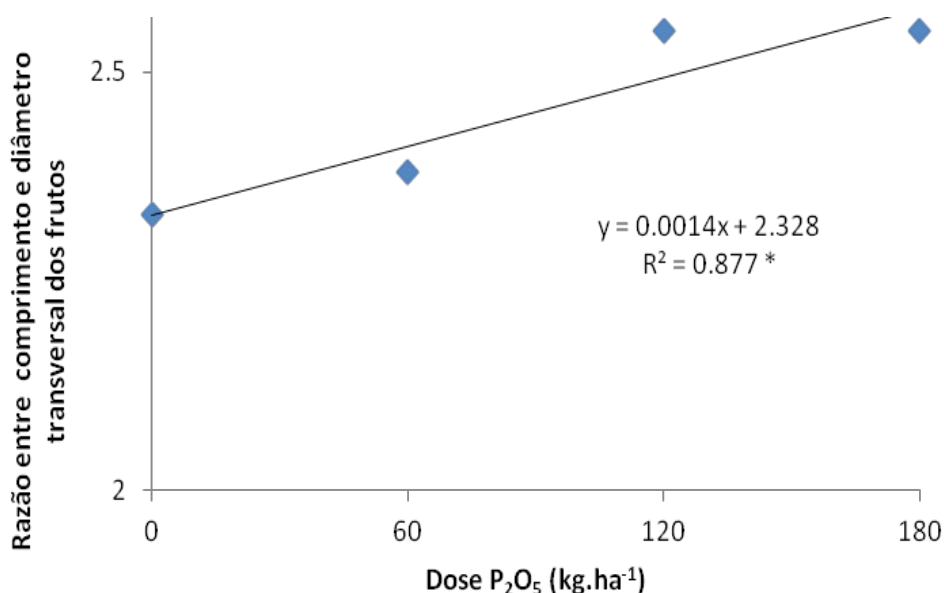
Os valores encontrados no presente estudo diferem de estudo feito por Almeida Mônico et al. (2016), em berinjela cultivar Ciça com diferentes doses de K_2O , onde observaram resultados superiores quanto à massa média dos frutos, 265,6 g e inferiores quanto à altura de plantas, 66,2 cm, número de frutos, 17,69 e produtividade máxima de 24,97 $t.ha^{-1}$.

Na cultura do jiló, em experimento realizado em Cassilândia-MS, Biscaro et al. (2008) observaram que adubação fosfatada no plantio aumentou o número total de frutos por

planta, massa média de frutos e produtividade. O solo utilizado possuía um teor de fósforo baixo, razão pela qual as plantas responderam positivamente à aplicação de P_2O_5 .

Em resposta às doses de aplicadas, as médias da razão entre comprimento e diâmetro transversal ajustaram-se à equação linear. Na medida em que as doses de P_2O_5 foram aumentadas, aumentaram-se também a razão (Figura 3). Não foi observado, portanto, um ponto de inflexão ou estabilidade da reta indicando não ter sido encontrado o ponto de resposta máxima. Maiores razões indicam frutos mais compridos ou mais próximos da característica normal que é a forma oblonga.

Figura 3 – Razão entre comprimento e diâmetro transversal nos frutos de berinjela em resposta a doses de P_2O_5 ($kg \cdot ha^{-1}$).



* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os frutos produzidos na ausência de fósforo mostraram-se mais achatados (Figura 4 A) em relação aos produzidos com dosagens superiores deste nutriente que se apresentam mais alongados (Figura 4 B). O formato alongado é o mais preferido pelos consumidores brasileiros.

Figura 4 – Formato dos frutos de berinjela em resposta a doses de P_2O_5 : (A) $0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de P_2O_5 ; (B) $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ P_2O_5 .



4.2 Características físico-químicas

O resumo da análise de variância para características: umidade, pH, sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (ATT) e SS/ATT estão descritas na Tabela 5 e, o relativo à característica de cor da casca, na tabela 6.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância para as características: umidade (%), pH, sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), acidez total titulável (g ácido cítrico. 100g^{-1}) em base fresca e SS/ATT.

F.V	G.L.	Q.M.				
		U	pH	SS	ATT	SS/ATT
Dose P (A)	3	0,77 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	52,98 ^{ns}
Dose K (B)	3	0,96 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	108,40 ^{ns}
A x B	9	1,21*	0,09 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	211,11 ^{ns}
Bloco	3	1,17	0,45	1,07	0,0038	531,64
Erro	45	0,50	0,09	0,64	0,0007	185,31
CV(%)		0,77	5,95	14,61	20,87	28,80
Média Geral		91,60	5,12	5,50	0,12	47,26

U: umidade; SS: sólidos solúveis totais; ATT (acidez total titulável); SS/ATT: razão sólidos solúveis/acidez total titulável.

^{ns} Não significativo; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Não houve diferenças significativas para cor da casca, pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e razão SS/ATT nos frutos em função das dose de P_2O_5 e K_2O ; e,

também não houve interação entre os fatores.

Os frutos apresentaram valores médios de pH 5,12, sólidos solúveis totais 5,5 ° Brix, acidez total titulável 0,12 g ácido cítrico.100 g⁻¹ em base fresca e relação SS/ATT 47,26.

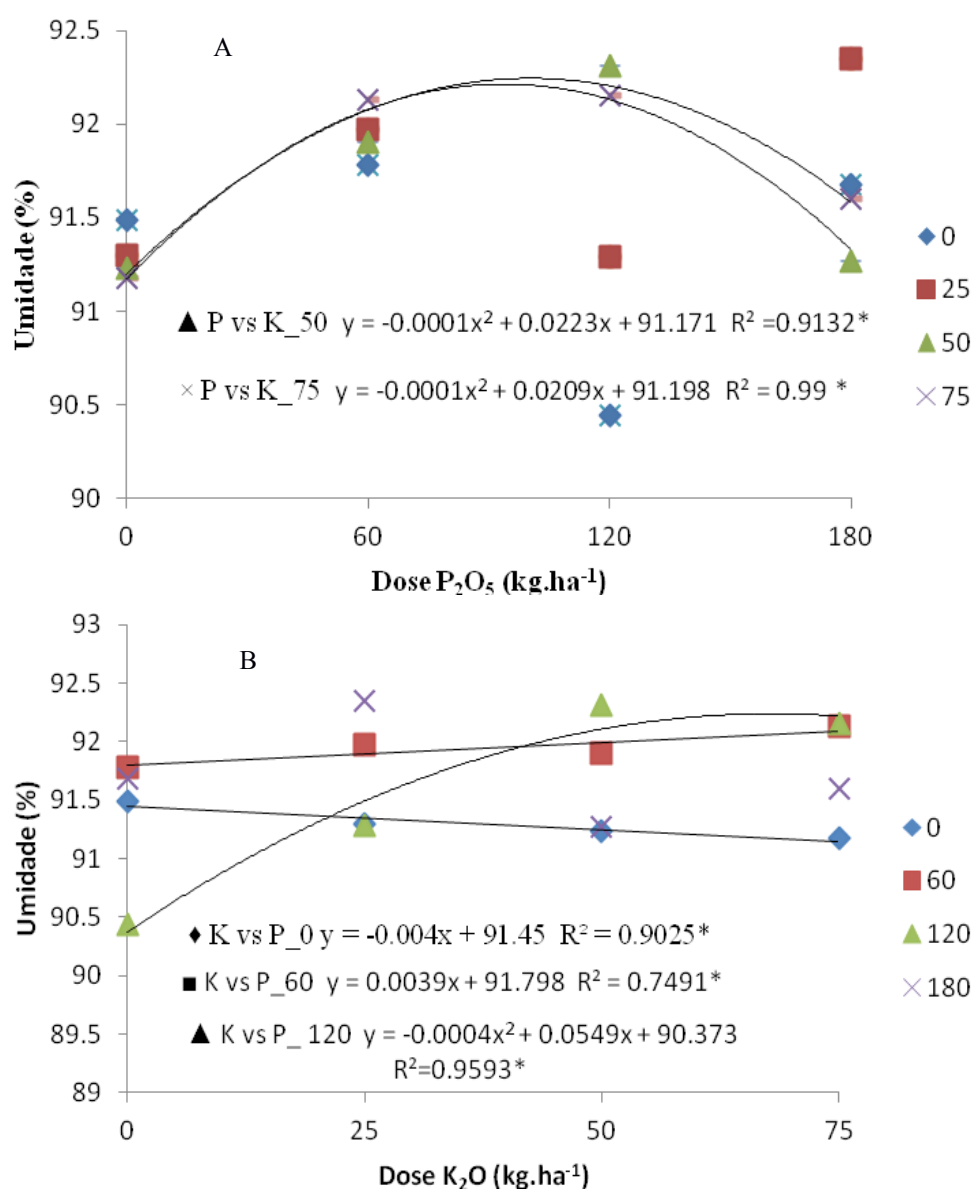
San José et al.(2013) encontraram pH valor de 5,44. Heras et al. (2013) analisando frutos de duas cultivares de berinjela (Morada e Lila) encontraram valores de pH 5,59 e 4,47.e acidez, 0,14 e 0,2 % de ácido cítrico.

Neste estudo, os frutos apresentaram teor médio de sólidos solúveis de 5,5 °Brix, que são superiores aos encontrados em estudos feitos por diversos autores: Muy et al. (2002), ao analisar polpa de cinco variedade de berinjela encontraram valor médio de 3,9° Brix; Gisbert et. al. (2011), encontraram valores de 4,02 a 4,18 °Brix para diferentes variedades de berinjela; e, Heras et al. (2013) analisando frutos de duas cultivares de berinjela (Morada e Lila) encontraram valores 4,39 e 4,83 °Brix.

Valores elevados de sólidos solúveis indicam frutos mais doces. Embora não havendo diferenças significativas, os resultados sugerem que a adubação potássica exerceu influência sobre o teor de sólidos solúveis nos frutos. Uma das funções do potássio é intensificar o armazenamento de solutos do floema em órgãos como sementes, tubérculos e frutos (POTAFOS, 1990).

Relacionado à variável umidade dos frutos, foram observados efeitos significativos. A umidade determina a porcentagem de água presente na polpa do fruto e tem relação direta com a textura do produto, sendo um dos responsáveis pelo tugar e pela firmeza do tecido. (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Houve interação significativa entre as doses de adubação fosfatada e potássica, sendo que os fornecimentos destes nutrientes interferiram nos teores de umidade. O aumento da umidade dos frutos em relação ao fornecimento de P seguiu o modelo quadrático quanto às doses utilizadas de 50 e 75 kg.ha⁻¹ de K₂O (Figura 5 A). As doses de P₂O₅ máximas foram 110 e 111 kg.ha⁻¹ para as doses 50 e 75 kg.ha⁻¹ K₂O com umidades de 92,41 e 92,29 %, respectivamente.

Figura 5 – Umidade em frutos de berinjela cultivar Ciça: (A) efeito da adubação fosfatada em cada dose de K; (B) efeito da adubação potássica em cada dose de P.



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quanto ao K seguiu modelo quadrático para a dose 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e modelo linear para as doses 0 e 60 kg.ha⁻¹ P₂O₅ (Figura 5 B). Na ausência de P houve diminuição no teor de umidade à medida que se aumentou a dose de K₂O, sendo a umidade máxima de 91,45%; na dose 60 kg.ha⁻¹ P₂O₅, houve comportamento inverso, sendo a umidade de 91,79%. A dose de K₂O máxima foi 69 kg.ha⁻¹ para a dose 120 kg.ha⁻¹, com umidade de 92,26%.

A adequada nutrição do potássio promove incremento no teor de sólidos solúveis, ocasionando menores teores de umidade (POTAFOS, 1990; MEURER, 2006). Teores de umidade mais baixos podem diminuir a deterioração do fruto e concentrar os nutrientes

presentes no mesmo (CHITARRA e CHITARRA, 2005). No presente estudo, apenas quando não se utilizou adubação fosfatada, os teores de umidade se comportaram desta maneira.

San José et al. (2013) estudando sete variedades de berinjela observaram valor médio de umidade de 93%. Este valor é superior ao encontrado no presente estudo que foi de 91,6%.

Concluiu-se que o não fornecimento de fósforo e incremento no teor de potássio contribuiu para frutos com menores teores de umidade, que é uma característica desejável para maior conservação pós-colheita.

4.3 Compostos bioativos

O resumo da análise de variância para compostos fenólicos totais e antocianinas está descrito na Tabela 7.

Tabela 6 – Resumo dos compostos bioativos em berinjela cultivar Ciça: compostos fenólicos totais (mg EAG. 100g⁻¹) e antocianinas (mg cianidina-3-glicosídeo E.100g⁻¹) em base fresca.

F.V	G.L.	Q.M.	
		Compostos fenólicos	Antocianinas
Dose P (A)	3	125,45 ^{ns}	3,47 ^{**}
Dose K (B)	3	369,88 ^{**}	1,08 ^{ns}
A x B	9	157,64 ^{ns}	1,21 ^{ns}
Bloco	3	329,45	2,63
Erro	45	79,06	35,36
CV(%)		23,71	45,77
Média Geral		37,49	1,91

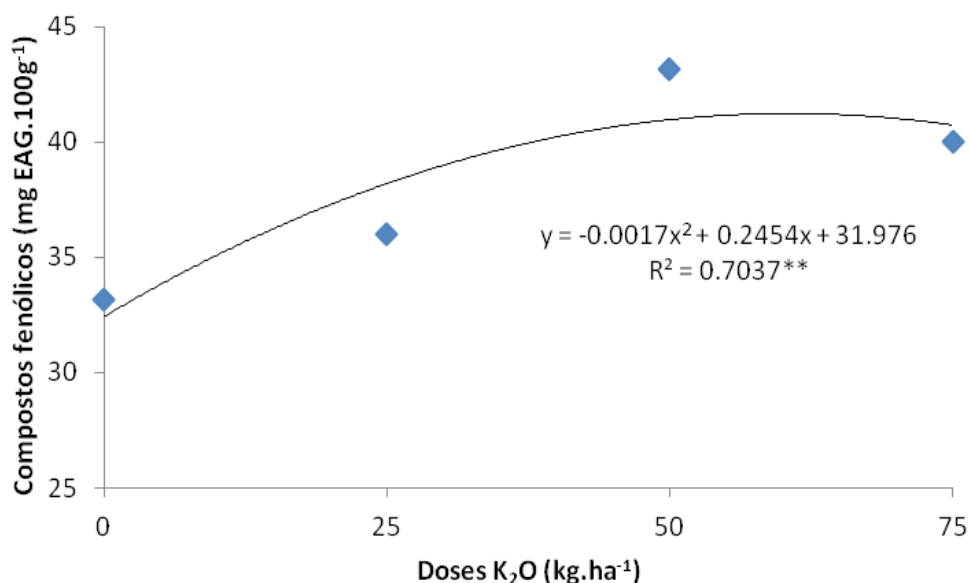
^{ns} Não significativo; ^{**} Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

4.3.1 Compostos fenólicos

Os frutos de berinjela analisados apresentaram teores de compostos fenólicos estatisticamente diferentes em resposta aos tratamentos com doses de K; a interação entre doses não foi significativa (Tabela 6).

Em resposta às doses aplicadas, as médias de compostos fenólicos adequaram-se ao modelo quadrático, em que a dose estimada de 72 kg.ha⁻¹ K₂O proporcionou maior teor de compostos fenólicos correspondente a 40,83 mg EAG.100g⁻¹ (Figura 6).

Figura 6 – Compostos fenólicos em frutos de berinjela cultivar Ciça em resposta a doses de K₂O (kg.ha⁻¹).



**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Heras et al. (2013) encontraram valores de compostos fenólicos totais de 29,72 e 62,5 mg EAG.100g⁻¹ polpa fresca nas variedades Morada e Lila. Raigón et al. (2008) observaram valores médios em diferentes variedades de berinjela de compostos fenólicos compreendidos entre 34,46 e 60,70 mg EAG.100g⁻¹ em polpa fresca. Zambrano-Moreno et al. (2015) analisando compostos fenólicos em frutos *in natura* de berinjela em cultivo convencional e orgânico, encontraram valores de compostos fenólicos de 63,99 mg EAG.100g⁻¹ e 77,20 mg EAG.100g⁻¹, respectivamente.

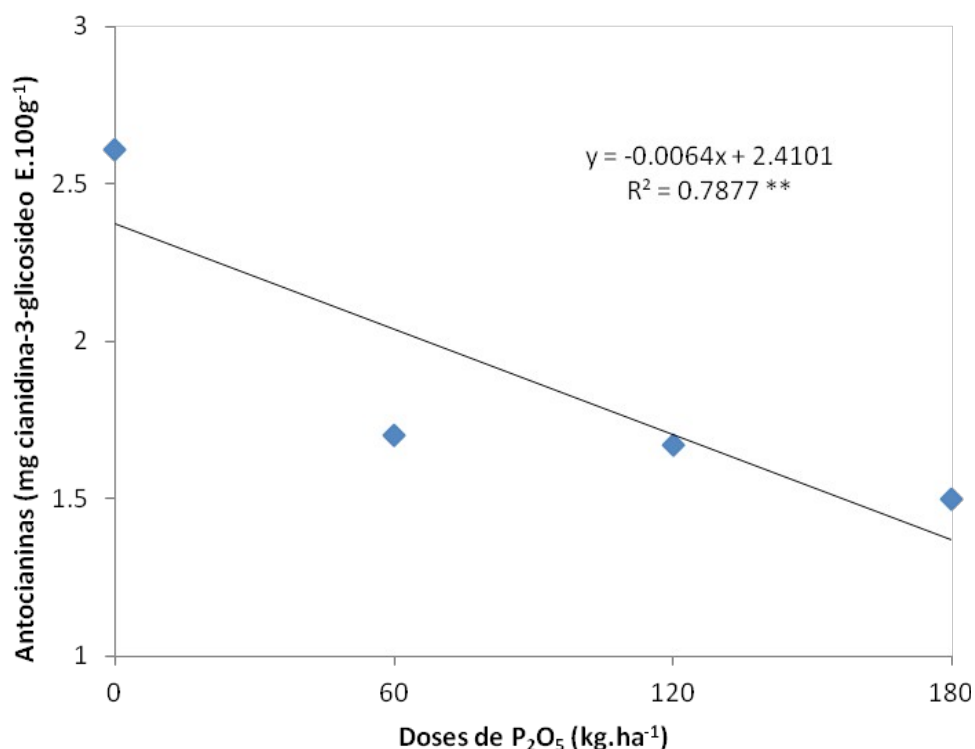
Comparando os dados obtidos no presente estudo com os valores de estudos dos autores citados acima, o teor de compostos fenólicos observado está similar.

O K exerce influência no teor de fenólicos, pois está relacionado com a fotossíntese e com a biossíntese de amido e proteínas. Com o aumento das doses de K na planta, aumenta a produção de fotossintatos, o que pode aumentar o direcionamento do excesso de carbono fixado para a via do ácido chiquímico, a qual é via para a formação de compostos fenólicos, podendo com isso, aumentar a concentração de fenólicos na planta (MARSCHNER, 1995; SHAW et al., 1998; CROZIER et al., 2006).

4.3.2 Antocianinas

Houve diferença significativa para o teor de antocianinas nos frutos para as diferentes doses de P_2O_5 (Tabela 7). Encontrou-se uma resposta linear decrescente para o teor de antocianina conforme aumento do fornecimento de P no solo, sendo observado teor de antocianinas de 2,41 mg cianidina-3-glicosídeo E. $100g^{-1}$ em base fresca, na dose 0 de P_2O_5 (Figura 7).

Figura 7 – Antocianinas em berinjela cultivar Ciça em resposta a doses de P_2O_5 ($kg.ha^{-1}$).



**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Em plantas sob deficiência de fósforo há alteração do metabolismo primário para o metabolismo secundário resultando acúmulo de metabólitos secundários, como flavanoides (SHUMAN, 1994; VANCE et al., 2013), explicando o resultado obtido no presente estudo. Resultados semelhantes a este foram encontrados em estudo realizado por Heras et al. (2013), 2,00 e 2,78 mg cianidina-3-glicosídeo E.100g⁻¹ utilizando duas variedades de berinjela -Morada e Lila -, respectivamente. Em contraposição, alguns autores encontraram valores superiores, tais como Zambrano-Moreno et al. (2015) analisando frutos de berinjela *in natura* em dois tipos de cultivos (convencional e orgânico) encontraram valores médios de

antocianinas de 6,31mg cianidina-3-glicosídeo E.100g⁻¹ (convencional) e 1,19 mg cianidina-3-glicosídeo E.100g⁻¹ (orgânico); Braga et al. (2011) encontraram valores de antocianinas de 7,0 mg cianidina-3-glicosídeo E.100g⁻¹ em frutos *in natura*. Essa variação indica que os teores de antocianinas são também influenciados por fatores genéticos e sistema de cultivo.

Como teor de antocianinas pode ser critério de escolha no momento da alimentação, em razão dos benefícios à saúde (CALVETE et al., 2008), o consumidor estará ingerindo maior teor de antocianinas quando consumir berinjelas produzidas na ausência de adubação fosfatada.

5 CONCLUSÕES

As doses de K não promoveram melhorias nas características agronômicas e físico-químicas nos frutos. Em relação aos compostos bioativos, promoveu melhorias nos compostos fenólicos aumentando seu teor até a dose 72 kg K₂O.ha⁻¹.

As doses de P não promoveram melhorias nas características físico-químicas. A ausência do fornecimento de P produziu efeito significativamente positivo no teor de antocianinas nos frutos. Frutos produzidos sob esta condição apresentaram-se mais achatados em relação às dosagens superiores.

As doses de P e K produziram efeitos significativos na umidade dos frutos. A umidade dos frutos diminui quando aumenta dose de K e não fornece P; aumentando-se, simultaneamente as doses de P e K, a umidade aumenta até uma determinada dose e diminui com o aumento dos fornecimentos destes nutrientes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AABY, K.; WROLSTAD, R.E; EKEBERG, D.; SKREDE, G. Polyphenol composition and antioxidant activity in strawberry purees: impact of achenes level and storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.13, p.5156-5166, 2007.

ALMEIDA MONACO, K.; BAPTISTA BORELLI, A.; BISCARO, G. A.; MOTOMIYA, A. V. A.; ZOMERFELD, P. S. Crescimento, produção e composição química de berinjela 'Ciça' sob fertirrigação potássica. **Acta Biológica Colombiana**, v. 21, n. 2, p. 423-430, 2016.

ANVISA. Portaria nº 398 de 30 de abril de 1999 da Secretaria de vigilância sanitária do Ministério da Saúde. Disponível em www.Anvisa.gov.br/anvisa/legis/res/18-99.Htm

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.

ARAÚJO, A. P; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (editor). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS/UFV, 2009. p.254-280.

AZEVEDO, S.M.C. **Estudo de taxas de respiração e de factores de qualidade na conservação de morango fresco (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 2007. 225p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar). Universidade Aberta, Portugal, 2007.

BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability. A mechanistic approach**. 2. Ed. New York, John Wiley & Sons, 1995. 414 p.

BATTINO, M.; BEEKWILDER, J.; DENOYES-ROTHAN, B., LAIMER, M.; MCDUGALL, G. J.; MEZZETTI, B. Bioactive compounds in berries relevant to human health. **Nutrition Reviews**, v.67, p.S145-S150, 2009.

BISCARO, G. A.; LEAL FILHO, O. M.; ZONTA, T. T.; MENDONÇA, V.; MAIA, S. M. Adubação fosfatada na cultura do jiló irrigado nas condições de Cassilândia - MS. **Revista Caatinga**, v. 21, p.69-74, 2008.

BRAGA, P. C.; WANG, Y. Y.; SASSO, M. D.; CULICI, M.; VERDUCCI, P.; FIBIANI, M.; SCALZO, R. Inhibitory effects on human neutrophil bursts of raw, grilled and boiled eggplant (*Solanum melongena* L.). **Spatula DD**, v.1, n.3, p. 129-135, 2011.

BRIDLE, P.; TIMBERLAKE, C.F. Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. **Food Chemistry**, v.58, n.1-2, p.103-109, 1997.

CALVETE, E.O.; MARIANI, F.; WESP, C.L.; NIENOW, A.A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.396-401, 2008.

CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Annali dell'Istituto Superiori di Sanità**, v.41, n.1, p.7-16, 2005.

CARVALHO, P.G.B.; MACHADO, C.M.M; MORETTI, C.L; FONSECA, M.E.N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**. v.24, n.4, p.397-404, 2005.

CEAGESP - COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. Berinjela comum 2016. Disponível em www.ceagesp.gov. Acesso em: 27 de dezembro de 2017.

CEASA-MG. CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. Informação de mercados 2016. Disponível em www.ceasaminas.com.br. Acesso em 27 de dezembro de 2017.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n.1, p. 10-17, 2002.

COZZOLINO, S organizadora. Biodisponibilidade de Nutrientes. 4. ed. Barueri: Manole; 2012. 1334 p.

CROZIER, A.; JAGANATH, I.B.; CLIFFORD, M.N. Phenols, polyphenols and tannins: An overview. In: CROZIER, A.; CLIFFORD, M.N.; ASHIHARA, H. (eds.). **Plant secondary metabolites**: occurrence, structure and role in the human diet. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. p.1-24.

CUPPARI, L. organizadora. Nutrição: Nutrição clínica no adulto. 2. ed. Barueri: Manole; 2005. 474 p.

De-POLLI, H. (Coord.). **Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 1988. 179 p.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L.). 2007. Disponível em: [http:// sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br). Acesso em: 5 de setembro de 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FAQUIM, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 88p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, vol.38, n.2, p. 109-112, 2014.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2012. 421p

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, 1982.

FURLANI, A. C. M.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O. C.; HIROCE, R.; GALLO, J. R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v.37, n.5, p. 33-44, 1978.

- GISBERT, C., J. PROHENS, M. RAIGÓN, J. STOMMELY, F. Nueza, Eggplant relatives as sources of variation for developing new rootstocks: Effects of grafting on eggplant yield and fruit apparent quality and composition. **Scientia Horticulturae**. v.128, p.14–22, 2001.
- GONÇALVES, M. C. R., DINIZ, M.F.F.M., BORBA, J.D C., NUNES, X.P., BARBOSA-FILHO, J.M. Berinjela (*Solanum melongena* L.) - mito ou realidade no combate as dislipidemias? **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.16. n.2, p.252-257, 2006.
- GONZÁLEZ-LAVAUT, J.A.; OCA-ROJAS, Y.M.; DOMÍNGUEZ-MESA, M.I. Breve reseña de la especie *Solanum melongena* L. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. v.3, n.12, p.1-13. 2007.
- HARBORNE, J.B.; GRAYER, R.J., The anthocyanins. In: **The flavonoids: advances in research since 1980**. Chapman & Hall, London, 1988, p. 1-20.
- HERAS, I.; ALVIS, A.; ARRAZOLA, G. Optimización Del Proceso de Extracción de Antocianinas y Evaluación de La Capacidad Antioxidante de Berinjena (*Solana melonera* L.). **Información Tecnológica**, v.24, n.5, p. 93-102, 2013.
- HINNEBURG, I; DAMIEN, H. J; RAIMO H. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**, v.97, n.1, p.122-129, 2006.
- HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Controlled atmosphere-induce changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.17, p.19-32, 1999.
- IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006. Acesso em: 27 de dezembro de 2017.
- KADER, A. A. Fruits in the global market. In: KNEE, M. **Fruit quality and its biological Basis**. Sheffield, Reino Unido: Sheffield Academic Press, 2002.
- KONCZAK, I.; TERAHARA, N.; YOSHIMOTO, M.; NAKATANI, M.; YOSHINAGA, M.; YAMAKAWA, O. Regulating the composition of anthocyanins and phenolic acids in a sweet potato cell culture towards production of polyphenolic complex with enhanced physiological activity. **Trends in Food Science and Technology**, v.16, n.9, p.377-388, 2005.
- KOPONEN, J. M., HAPPONEN, A. M., MATTILA, P. H., TORRONEN, A. R. Contents of anthocyanins and ellagitannins in selected foods consumed in Finland. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 4, p. 1612-1619, 2007.
- KRIS-ETHERTON, P.M.; HECKER, K.D.; BONANOME, A.; COVAL, S.M.; BINKOSKI, A.E.; HILPERT, K.F.; GRIEL, A.E.; ETHERTON, T.D. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **American Journal of Medicine**, v.113, n.9B, p.71S-88S, 2002.

- LINDHAUER, M. G. The role of potassium in the plant with emphasis on stress conditions (water, temperature, salinity). In: PROCEEDINGS OF THE POTASSIUM SYMPOSIUM. Pretoria, 1985. Proceedings. **Pretoria**, International Potash Institute and Fertilizer Society of South Africa, 1985. p.95-113.
- LÓPEZ O.P.; JIMÉNEZ A.R.; VARGAS F.D. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability, **Critical Reviews Food Science Nutrition**, v.40, n.3, p.173-289, 2000.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.
- MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.727-47, 2004.
- MARODIN, J.C.; RESENDE, J.T.V.; MORALES, R.G.F.; CAMARGO, C.K.; CAMARGO, L.K.P.; PAVINATO, P.S. Qualidade físico-química de frutos de morangueiro em função da adubação potássica. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.9, n.3, p.50-57, 2010.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London, Academic Press, 1995. 889p.
- MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (editor). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS/UFV, 2009. p.281-298.
- MOREIRA, F.M.S; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e química do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002. 626p.
- MUY, D.; SILLER, J; GARCÍA, R.; BÁEZ, M. Caracterización poscosecha de Berenjenas producidas en Sinaloa, México. **Revista Chapingo Serie Horticultura**. v.8, n.2, p.171-181, 2002.
- NEPA- NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO)**. 4 ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. 161p.
- NEVES, L. C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 15, p. 107-110, 2009.
- NETZEL, M., STRASS, G., JANSSEN, M., BITSCH, I., BITSCH, R. Bioactive anthocyanins detected in human urine after ingestion of blackcurrant juice. **Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology**, v. 20, n. 2, p. 89-95, 2001.
- NYMAN, N.A.; KUMPULAINEN, J.T. Determination of anthocyanidins in berries and red wine by high-performance liquid chromatography. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.9, p.4183-4187, 2001.
- PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, C. M. M.; GOLLUCKE, A. P. B. **Influência. Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela. 2005. 95p.

PINELI, L. L. O. **Qualidade e potencial antioxidante in vitro de morangos in natura e submetidos a processamentos**. 2009. 222p. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

PINTO, M.S. **Compostos bioativos de cultivares brasileiras de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.)**: caracterização e estudo da biodisponibilidade dos derivados de ácido elágico. 2008. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, SP.

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

RAIGÓN, M.; PROHENS, J.; MUÑOZ, J.; NUEZ, F. Comparison of eggplant landraces and commercial varieties for fruit content of phenolics, minerals, dry matter and protein. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, p. 370-376, 2008.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed, Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 354p.

ROSA, G.; PIMENTEL, A. C.; MONTEIRO, W. A. Comparação da suplementação de farinha de linhaça marrom desengordurada e farinha de berinjela na redução dos fatores de risco cardiovascular. **Revista Brasileira de Cardiologia**. v. 24, p. 95-99, 2011.

SAN JOSÉ, R.; SÁNCHEZ, M.; CÁMARA, M. M.; PROHENS, J. Composition of eggplant cultivars of the Occidental type and implications for the improvement of nutritional and functional quality. **Internacional Journal of Food Science and Technology**, v. 48, p. 2490-2499, 2013.

SHAW, T.M., MOORE, J.A.; MARSHALL, J.D. Root chemistry of Douglas-fir seedlings grown under different nitrogen and potassium regimes. **Canadian Journal of Forest Research**, v.28, p.1566–1573, 1998.

SHUMAN, L. M. Mineral nutrition. In: WILKINSON, R. E. (Ed). **Plant-environment interactions**. New York: Marcel Dekker, 1994. p.149-182.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p

VANCE, C. P., UHDE-STONE, C, ALLAN, D.L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytol**, v. 157, p.423-447, 2003.

WROLSTAD, R.E. Anthocyanins. In: FRANCIS, F.J.; LAURO, G.J. **Natural Food Colorants**. New York: Marcel Dekker Inc., 2000, p.237-252.

ZAMBRANO-MORENO, E. L.; CHÁVEZ-JÁUREGUI, R. N.; PLAZA, M. L.; WESSEL-BEAVER, L. Phenolic content and antioxidant capacity in organically and conventionally grown eggplant (*Solanum melongena*) fruits following thermal processing. **Food Science and Technology**, v.35, n.3, p.414-420, 2015.