

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ÁLVARO HENRIQUE CÂNDIDO DE SOUZA

Resposta da cultura da berinjela fertirrigada utilizando gotejamento com doses  
de nitrogênio e potássio em ambiente protegido

Maringá

2016

ÁLVARO HENRIQUE CÂNDIDO DE SOUZA

Resposta da cultura da berinjela fertirrigada utilizando gotejamento com doses de nitrogênio e potássio em ambiente protegido

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de concentração: Produção Vegetal  
Orientador: Prof. Dr. Roberto Rezende  
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas

Maringá

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

S729r Souza, Álvaro Henrique Cândido de, 1991-  
Resposta da cultura da berinjela fertirrigada  
utilizando gotejamento com doses de nitrogênio e  
potássio em ambiente protegido / Álvaro Henrique  
Cândido de Souza. -- Maringá, 2016.  
xii, 55 f. : figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Rezende.  
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de  
Freitas.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento  
de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, 2016.

1. Berinjela (*Solanum Melongena* L.). 2.  
Quimificação. 3. Irrigação - Casa de vegetação. 4.  
Berinjela (*Solanum Melongena* L.) - Cultivo em vaso.  
5. Microirrigação por gotejamento. I. Rezende,  
Roberto, orient. II. Freitas, Paulo Sérgio Lourenço  
de, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá.  
Centro de Ciências Agrárias. Departamento de  
Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.  
IV. Título.

CDD 23.ed. 635.646

GVS-003679

## FOLHA DE APROVAÇÃO

ÁLVARO HENRIQUE CÂNDIDO DE SOUZA

Resposta da cultura da berinjela fertirrigada utilizando gotejamento com doses de nitrogênio e potássio em ambiente protegido

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

### COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Roberto Rezende  
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Antônio Carlos Andrade Gonçalves  
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Jorge Luiz Moretti de Souza  
Universidade Federal do Paraná

Aprovada em: 25 de fevereiro de 2016.

Local de defesa: Anfiteatro II, Bloco J-45, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

## DEDICATÓRIA

Em minha vida, por muitos lugares passei, pessoas conversei e conselhos guardei. Todos os que eu conversei pelo menos por um minuto me passaram algum ensinamento verbal ou comportamental.

Obrigado à todos vocês que fizeram e fazem parte da minha vida, pois sou moldado por todos vocês.

A Deus, pela vida, pela terra, pela água, pelo ar e pela Bíblia.

Aos meus pais, Maria Tereza Cândido de Paula e Antônio Marcos de Souza, pela educação proporcionada e por causar motivação em todos os momentos de minha vida.

A minha irmã e amiga, Ana Carolina Cândido de Souza, que tanto amo e nos ajudamos e minha namorada Yasmine C. da M. Mendonça pelo carinho e apoio recebido.

Aos tios e tias: Márcio do Rego Freitas, Maria Cristina Cândido do Rego Freitas, José Carlos de Souza e Alzeni dos Santos, pelo grande apreço que tenho por vocês e pelas conversas que me proporcionam alegria e fonte de aprendizado.

Aos meus avós Antônia Cipriano de Souza e Aparecido Ferreira de Souza, pelo apoio em todos os momentos de minha vida e principalmente, pelo exemplo de fé e amor ágape.

Ao meu avô *in memoriam* Álvaro Candido de Paula, por me despertar a curiosidade.

A todos os amigos de Pós-Graduação em especial ao Marcelo Zolin Lorenzoni e Cássio de Castro Seron, pela amizade, conselhos e exemplos que contribuem com minha edificação desde o período de graduação.

Ao professor, doutor e amigo, Roberto Rezende pela orientação e pelos ensinamentos de vida. Agradeço a Deus por ter colocado mais uma pessoa edificante em minha vida.

Aos demais com quem tive a alegria de conhecê-los, não esquecerei.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

Ao poderoso DEUS, pela vida que tenho e bênçãos que recebo, e que comigo está sempre nos momentos felizes, difíceis e infortúnios da vida. Ao seu filho Jesus Cristo, exemplo de força, líder, perseverança e fé em minha caminhada.

Aos familiares ausentes, que de uma forma ou de outra contribuíram “*in memoriam*” para a realização deste trabalho.

A Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PGA), pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado,

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Estudo e à Fundação Araucária e CNPq, pelo apoio financeiro no presente trabalho.

Ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas, pela co-orientação e compartilhamento de conhecimentos essenciais à realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Andrade Gonçalves, pela atenção e conversas que sempre contribuíram para o meu conhecimento.

Aos colegas e amigos de Pós-Graduação Tiago Hachmann, Cláudia Lozano, Liliane Miotto, Anna Tonello, Fernando Santos, André Andrian, Maiara Rezende, André Maller, Jhonatan Oliveira, Anderson Takashi e acadêmico Pedro Hernandes, pelo auxílio prestado durante a condução do presente estudo.

A Érika Cristina Takamizawa Sato, secretária do PGA, pela atenção dedicada, amizade, e ajuda durante todo o período do mestrado.

Aos demais professores, funcionários e técnicos do Centro Técnico de Irrigação–UEM, pela colaboração na realização das atividades tanto teóricas, quanto de campo.

A todos, o meu muito obrigado, sincero e de coração.

## EPÍGRAFE

Gostaria de melhorar ao menos um pouquinho do mundo,  
sendo assim percebi que...

*‘A educação é a arma mais poderosa que você pode  
usar para mudar o mundo’*

Nelson Rolihlahla Mandela

Se você quer melhorar o mundo, também é preciso que você....

*‘Seja a mudança que você quer ver no mundo’*

Mahatma Gandhi

Porque atitudes valem mais que palavras.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Álvaro Henrique Cândido de Souza, filho de Antônio Marcos de Souza e Maria Tereza Candido de Paula, nasceu na cidade de Teodoro Sampaio, no interior do Estado de São Paulo, aos 23 dias do mês de Abril do ano de 1991.

Em sua cidade natal, iniciou sua formação no estágio Jardim e Pré I, II e III na Escola Estadual Bem Me Quer, da 1ª à 4ª série, estudou na Escola Estadual José Amador, da 5ª série do ensino fundamental ao 3º colegial do ensino médio, estudou na Escola Estadual Salvador Moreno Munhoz.

Durante três anos e meio, trabalhou em um escritório de despachos como office boy e auxiliar de escritório. Nesta época foi um dos membros fundadores da Guarda Mirim Ambiental Municipal na Cidade de Teodoro Sampaio.

No ano de 2009, passou a residir em Cidade Gaúcha, onde ingressou no Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Durante o ensino superior, participou de projetos de pesquisa, viagens a congressos e monitor de disciplinas. Coordenou projeto piloto de construção de casa com paredes de garrafa PET e biodigestores no município de Cidade Gaúcha-PR.

No período de agosto à dezembro de 2013, morou na cidade de Tapejara-PR, onde realizou o estágio obrigatório em uma usina sucroalcooleira, na área de manutenção agrícola.

Formou-se Engenheiro Agrícola em 2013 pela Universidade Estadual de Maringá.

Em 2014 passou a residir em Maringá-PR e ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UEM, para cursar o Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal.

Em 2015 tornou-se confrade pertencente a rede de caridade São Vicente de Paulo (SSVP).



## Resposta da cultura da berinjela fertirrigada utilizando gotejamento com doses de nitrogênio e potássio em ambiente protegido

### RESUMO GERAL

A berinjela é uma hortaliça fruto que faz parte de cardápios requintados, tendo nutrientes importantes na alimentação humana, podendo inclusive reduzir o colesterol. Seu cultivo muitas vezes é realizado em ambiente protegido devido as vantagens fornecidas pelo sistema. A fertirrigação permite o uso racional de fertilizantes, economia de água, automatização do sistema e aumento da qualidade dos frutos. Contudo, é necessário que se tenha conhecimento técnico sobre a fertirrigação, pois, a utilização de doses excessivas pode reduzir a produtividade e a viabilidade do sistema de produção, ocasionados principalmente pela salinidade do solo. Deve-se também conhecer a dose que proporciona a maior produtividade para cada sistema de cultivo específico. Objetivou-se com o presente estudo avaliar o crescimento e produtividade da cultura da berinjela, quando aplicada doses de nitrogênio e potássio, via fertirrigação em ambiente protegido. Foram testadas quatro doses de nitrogênio (0,0; 6,43; 12,86 e 25,72 g N planta<sup>-1</sup>) e potássio (0,0; 5,18; 10,36 e 20,73 g K planta<sup>-1</sup>), perfazendo 16 tratamentos em esquema fatorial 4 x 4, dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As doses foram aplicadas em cobertura via fertirrigação, utilizando uréia e cloreto de potássio como fontes, respectivamente de N e K. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveu incremento na produtividade, número de frutos por planta, massa seca da raiz, massa seca do caule, massa seca total, altura de planta, diâmetro de caule e área foliar total. Incrementos das doses de potássio não influenciaram estatisticamente a produtividade da cultura. A dose que proporcionou maior produtividade e número de frutos por planta de berinjela situa-se entre a faixa 14,0-17,0 g N planta<sup>-1</sup> (145-177 kg N ha<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** Solanum Melongena L. Quimificação. Irrigação em casa de vegetação. Cultivo em vaso. Microirrigação por gotejamento.

# Effect of nitrogen and potassium fertigation on eggplant irrigated through drip in a greenhouse

## GENERAL ABSTRACT

The eggplant is a fruit vegetable that is part of exquisite menus, with important nutrients in food, and may even lower decrease cholesterol. Its cultivation is often realized in a greenhouse due to the advantages provided by the system. Fertigation allows rational use of fertilizers, water-saving, system automation and increased fruit quality. However, it is necessary to have technical knowledge about fertigation, because use excessive doses can reduce productivity and viability of the production system, primarily caused by soil salinity. We should know the dose that provides the highest productivity for each specific cultivation system. The objective of the present study was to evaluate the growth and eggplant crop yield when applied doses of nitrogen and potassium through fertigation in a greenhouse. We tested four nitrogen doses (0.0, 6.43, 12.86 and 25.72 g N plant<sup>-1</sup>) and potassium (0.0, 5.18, 10.36 and 20.73 g K plant<sup>-1</sup>), totaling 16 treatments in a factorial arranged 4 x 4, in a completely randomized design with four replications. The doses were applied to cover fertigation, using urea and potassium chloride as a source of N and K respectively. The application of increasing doses of nitrogen promoted increase in productivity, number of fruits per plant, root dry mass, stem dry weight, total dry weight, plant height, stem diameter and total leaf area. Increases in potassium levels not statistically influenced the productivity of the crop. The dose provided higher productivity and number of fruits per plant eggplant is between the range 14.0 to 17.0 g N plant<sup>-1</sup> (145-177 kg N ha<sup>-1</sup>).

**Keywords:** Solanum Melongena L. Chemigation. Irrigation in a greenhouse. Growing in pots. Micro irrigation drip.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Resultados da análise química de solo retirado da profundidade 0 a 0,2 m da área experimental do Campus do Arenito-UEM, Cidade Gaúcha-PR.....	15
Tabela 2.	Doses de nitrogênio e potássio aplicadas via fertirrigação na cultura da berinjela após o transplântio.....	16
Tabela 3.	Valores dos coeficientes e interpretação.....	22
Tabela 4.	Resumo da análise de variância, referente à produtividade e ao número de frutos por planta de berinjela, cv. Ciça. Maringá, PR, 2016.....	29
Tabela 5.	Resumo da análise de variância, referente à massa seca da raiz, massa seca do caule e massa seca total, cv. Ciça. Maringá-PR, 2016.....	36
Tabela 6.	Resumo da análise de variância, referente à altura de planta, diâmetro de caule e área foliar total de berinjela, cv. Ciça. Maringá-PR, 2016.....	43

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Croqui da área experimental. Cada círculo representa uma parcela experimental, composta por uma planta de berinjela .....	13
Figura 2.	Esquema demonstrativo de uma parcela experimental .....	14
Figura 3.	Área experimental com plantas de berinjela aos 110 dias após a semeadura .....	18
Figura 4.	Curva de retenção de água no solo, realizada em vaso, utilizando o método de tensiometria e gravimetria. Ajuste dos valores ao modelo de Van Genuchten (1980), com auxílio do software SWRC .....	19
Figura 5.	Equipamento utilizado para obtenção de imagens de folhas .....	26
Figura 6.	Valores de umidade relativa do ar, temperatura mínima, máxima e média do ar, registradas durante o período de condução do experimento .....	27
Figura 7.	Desdobramento da interação N x K para os dados de produtividade, Cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016. Doses de N dentro do nível K1 (A), nível K2 (B), nível K3 (C) e nível K4 (D).....	30
Figura 8.	Desdobramento da interação N x K, para número de frutos por planta de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016. Doses de N dentro do nível K1 (A), nível K2 (B), nível K3 (C) e nível K4 (D) .....	33
Figura 9.	Desdobramento da interação K x N, para número de frutos por planta de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016. Doses de K, dentro do nível N1 (A), nível N2 (B), nível N3 (C) e nível N4 (D) .....	34
Figura 10.	Massa seca da raiz de planta de berinjela, cultivar Ciça, em função de doses de nitrogênio, Maringá-PR, 2016.....	37
Figura 11.	Desdobramento das doses de K dentro do nível N4, para massa seca do caule de plantas de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016.....	38
Figura 12.	Desdobramento da interação N x K, para massa seca do caule de plantas de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016.Doses de N, dentro do nível K1 (A), nível K2 (B), nível K3 (C) e nível K4 (D).....	39
Figura 13.	Massa seca total de planta de berinjela, cultivar Ciça, em função de doses de nitrogênio, Maringá-PR, 2016. ....	41
Figura 14.	Massa seca total de planta de berinjela, cultivar Ciça, em função de doses de potássio, Maringá-PR, 2016. ....	41

Figura 15. Altura de plantas de berinjela, cultivar Ciça, em função de doses de nitrogênio, Maringá-PR, 2016. ....	44
Figura 16. Desdobramento das doses de N, dentro do nível K2, para diâmetro de caule para plantas de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016. ....	45
Figura 17. Desdobramento da interação N x K, para área foliar para plantas de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016. Doses de N dentro do nível K1 (A), nível K2 (B), nível K3 (C) e nível K4 (D) .....	46
Figura 18. Plantas de berinjela fertirrigadas com 10,36 g K planta <sup>-1</sup> , e doses crescentes de nitrogênio, esquerda para a direita (0,0; 6,43; 12,86 e 25,72 g N planta <sup>-1</sup> ) .....	47
Figura 19. Plantas de berinjela fertirrigadas com 12,86 g N planta <sup>-1</sup> , e doses crescentes potássio, esquerda para a direita (0,0; 5,18; 10,36 e 20,73 g Kplanta <sup>-1</sup> ) .....	47

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Cultura da Berinjela ( <i>Solanum melongena L.</i> ).....	3
2.2. Ambiente Protegido .....	5
2.3. Irrigação na cultura da berinjela.....	6
2.4. Fertirrigação na cultura da berinjela .....	8
2.5. Nitrogênio e potássio.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	12
3.1. Caracterização da Área Experimental.....	12
3.2. Preparo da Área Experimental .....	13
3.3. Tratamentos e Delineamento Experimental .....	16
3.4. Semeadura e Transplântio .....	17
3.5. Condução da Cultura.....	17
3.6. Determinação da curva de Retenção de Água no Solo .....	18
3.7. Sistema de Irrigação .....	20
3.8. Coeficientes de Uniformidade .....	20
3.9. Manejo da Irrigação .....	22
3.10. Manejo da Fertirrigação .....	23
3.11. Avaliação dos Componentes de Produção .....	23
3.11.1. Produtividade.....	23
3.11.2. Número de Frutos por Planta.....	24
3.12. Avaliação do Crescimento das Plantas de Berinjela .....	24
3.12.1. Massa Seca das Raízes .....	24
3.12.2. Massa Seca do Caule .....	24
3.12.3. Massa Seca Total.....	25
3.12.4. Altura.....	25
3.12.5. Diâmetro de Caule.....	25
3.12.6. Área Foliar Total .....	25
3.13. Análises Estatísticas dos Dados .....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27

4.1. Condições Ambientais .....	27
4.2. Componentes de Produção .....	28
4.3. Massa Seca dos Componentes de Crescimento .....	35
4.4. Medidas dos Componentes de Crescimento .....	42
5. CONCLUSÕES.....	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## 1. INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum Melongena L.*), também chamada de aubergine ou brinjal é conhecida por ser um alimento de baixa caloria e conter compostos minerais benéficos à saúde humana, como por exemplo, potássio, magnésio, cálcio e ferro. Possui importância econômica na Ásia, África e também em regiões de clima quente do Mediterrâneo e África do Sul, sendo a China e Índia os maiores produtores de berinjela.

A berinjela é uma hortaliça fruto que detém reconhecida importância no cardápio brasileiro. Utilizada largamente em comidas requintadas como pratos de entradas, pratos quentes e saladas. Possui potencial futuro, por reduzir o colesterol e o risco de doenças cardíacas, que hoje são responsáveis por mais de 10% da causa de morte no mundo. Por este motivo essa hortaliça vem aos poucos tomando posição nos mercados, fazendo parte do hábito alimentar de boa parte da população brasileira.

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido apresenta como vantagem a obtenção de colheita fora da época normal, permitindo a oferta contínua dos produtos. Esse aspecto possibilita alcançar melhor retorno econômico em períodos de baixa oferta dos produtos no mercado, podendo para algumas hortaliças, serem cultivadas durante todo o ano, aumentar a produção e qualidade. O sistema de produção em ambiente protegido permite o controle das condições climáticas ajustadas às plantas como: temperatura, umidade do ar, solo, água, vento, radiação e composição atmosférica, sendo assim faz-se necessário a construção de estrutura para a proteção das plantas.

No ambiente protegido a forma de aplicação de nutrientes precisa ser diferenciada em relação ao campo, neste caso, recomenda-se a aplicação de fertilizantes via fertirrigação. Esta técnica fornece quantidades de nutrientes conforme a necessidade de cada fase fenológica da cultura, por sua vez, diminui o risco de salinização do solo, por não ocorrer chuvas dentro do ambiente. Se não aplicada a quantidade de nutrientes adequada, o excedente pode acumular-se gradativamente ocasionando danos severos ao solo e plantas cultivadas, não viabilizando o cultivo.

A bibliografia é escassa de pesquisas referentes à nutrição de plantas de berinjela em ambiente protegido. Esse aspecto pode proporcionar baixos rendimentos em sistemas de produção agrícola, pois a falta de informações técnicas sobre nutrição da cultura em



condições específicas, faz com que sejam utilizadas informações de sistemas de produção com outras características.

Paralela a toda essa questão apresentada, o processo produtivo brasileiro tem se tornado mais competitivo, sendo a produtividade, eficiência, lucratividade e sustentabilidade aspectos que requerem maior atenção. Atualmente, o conhecimento é o principal fator de produção, sendo utilizado para se alcançar melhores produtividades. Logo, é necessário que o conhecimento seja incorporado a todo processo produtivo, pois este é um fator inacabável.

Alguns experimentos agrícolas têm como objetivo a avaliação dos efeitos das variações dos insumos na produção, permitindo conhecer a máxima produtividade para um cultivo específico. Logo, embasado nas características e justificativas apresentadas anteriormente, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento e produtividade da cultura da berinjela (*Solanum Melongena* L.) proporcionada por doses de nitrogênio e potássio, aplicadas via fertirrigação, conduzida em ambiente protegido na região Noroeste do Estado do Paraná.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Cultura da Berinjela (*Solanum Melongena* L.)

A berinjela (*Solanum Melongena* L.), pertence à família Solanácea assim como o tomate, batata, pimentão, pimenta e o jiló. No Brasil a cultura foi introduzida por colonizadores portugueses no século XVI (MARTINS et al., 2012), sendo originada das regiões tropicais do Oriente e cultivada há muitos séculos por chineses e árabes (ANTONINI et al., 2002).

Em muitos países do continente Asiático e Africano, a cultura da berinjela é considerada uma das hortaliças mais importantes (RIBEIRO, 2006). No Brasil a área total plantada é de aproximadamente 1.500 ha (ANTONINI et al., 2002). Os estados que mais produzem a berinjela são Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, tendo como maior produtor o estado de São Paulo, com 46.046 toneladas (SILVA, 2012). De acordo com a FAO (2012), no ano de 2008, a área cultivada de berinjela em todo o mundo foi de aproximadamente 1,7 milhões de hectares, com produtividade média de 26 toneladas por hectare.

Com elevado custo dos medicamentos redutores de colesterol e a sua perspectiva de uso prolongado, pacientes que precisam controlar a hipercolesterolemia têm recorrido a tratamentos alternativos, como o uso de produtos naturais (RIBEIRO JORGE et al., 1998). Nos últimos anos o consumo da berinjela tem aumentado devido a presença do agente redutor de colesterol plasmático (RIBEIRO JORGE et al., 1998) e outras propriedades medicinais (ANTONINI et al., 2002). Ribeiro Jorge et al. (1998) administraram o suco de berinjela em coelhos hipercolesterolêmicos e perceberam redução significativa do peso corpóreo e do colesterol total.

A berinjela é usada na medicina popular para tratamento de doenças como diabetes, artrite, asma e bronquite (MAGIOLI & MANSUR, 2005). Seu fruto é oxidante, remineralizante, alcalinizante e calmante, possuindo a função de reduzir o colesterol e a ação das gorduras sobre o fígado (PIMENTEL, 1985). Em 100 g do fruto encontram-se: pró-vitamina A (65 unidades funcionais), vitaminas B1 (60mcg), B2 (45mcg), B5 (0,6 mg) e C

(1,2 mg), e os elementos; cloro (18,0 mg), cálcio (11,0 mg), sódio (10,0 mg), magnésio (8,0 mg), enxofre (8,0 mg) e ferro (0,6 mg) (PIMENTEL, 1985).

A planta de berinjela também possui características que a torna um modelo completo para estudos de melhoramento genético (MAGIOLI & MANSUR, 2005).

A cultura da berinjela apresenta hábito arbustivo, com caule semilenhoso, podendo atingir altura superior a um metro (SILVA, 2010). Seu sistema radicular e ramificações são bem desenvolvidos, apresentando flores hermafroditas e baixa incidência de polinização cruzada (OLIVEIRA, 2008), com valores não superiores a cinco por cento ocasionados por insetos (PIMENTEL, 1985).

O começo do florescimento da berinjela ocorre entre 35 a 45 dias após o transplântio e seu ciclo vegetativo varia de 100 a 125 dias, dependendo da variedade e época de cultivo (CARVALHO et al., 2004). A cultura da berinjela cresce vagarosamente durante a primeira fase, porém seu crescimento acelera a partir dos 42 dias após o transplântio das mudas (MINAMI et al., 1980).

O fruto de berinjela é uma baga carnosa de formato variável (FILGUEIRA, 2003), geralmente possui formato oblongo alongado da cor roxo escuro brilhante, com comprimento médio de 22 cm e diâmetro de 8 cm, podendo apresentar peso médio de 350 g (EMBRAPA, 2014). A colheita pode ser iniciada 80 a 90 dias após a semeadura, dependendo da época do cultivo e região. Martins et al. (2012), verificaram que a melhor época para a colheita dos frutos ocorre aproximadamente 70 dias após a polinização se o interesse de comercialização for a extração das sementes.

Por ser considerada uma planta subtropical, a cultura da berinjela demanda temperaturas elevadas e luminosidade ao longo do ciclo para o desenvolvimento, floração e amadurecimento dos frutos (CARVALHO et al., 2004). Sganzerla (1986) relata que a semente de berinjela não germina abaixo de 15 °C e acima de 35 °C. O desenvolvimento vegetativo também é cessado em temperaturas fora do intervalo de 13 e 40° C.

Atualmente o mercado brasileiro é dominado pelas cultivares híbridas, devido à tolerância às pragas e doenças, uniformidade, qualidade dos frutos e maior produtividade quando comparadas às cultivares de polinização aberta (ANTONINI et al., 2002). A cultivar Ciça, híbrido lançado pela Embrapa Hortaliças em 1991, apresenta resistência à antracnose e podridão de phomopsis, duas doenças fúngicas relevantes da berinjela. Ribeiro e Reifschneider (1999), avaliando a opinião de produtores e técnicos sobre as principais

vantagens da cultivar Ciça de berinjela, registraram elevada produtividade, excelente qualidade de fruto, resistência às doenças, precocidade e maior aceitação comercial.

No Brasil, a cultura da berinjela tem sido cultivada em solos de granulometria distinta, porém, a cultura possui melhor adaptação aos solos areno-argilosos que possuem boa drenagem (FILGUEIRA, 2003).

## **2.2. Ambiente Protegido**

No Brasil, o cultivo protegido ou cultivo em ambiente protegido ou estufa é o nome dado à produção de oleráceas, sob algum tipo de estrutura metálica ou madeira coberta com filmes plásticos (polietileno de baixa densidade) (TIVELLI, 1998).

O cultivo em ambiente protegido permite o aumento da produtividade das culturas devido ao controle de condições adversas como temperatura, umidade, luminosidade, ataque de pragas e doenças que podem afetar negativamente a produção das olerícolas. Por outro lado, o cultivo no campo está sujeito à sazonalidade climática, e somente alguns períodos do ano são favoráveis ao desenvolvimento de determinado vegetal. Para Bezerra (2003), estufas são estruturas em que se pode criar ou manter microclimas, favoráveis ao cultivo de qualquer espécie de planta, independente das condições ambientais circundantes.

É possível, a partir do cultivo em ambiente protegido controlar adversidades do clima, como chuvas fortes e geadas (MOURA & CARVALHO 2014), assim como redução dos custos com fertilizantes e defensivos agrícolas (SILVA, 2012).

Na região sul do Brasil, somente as estações de primavera e verão apresentam temperaturas adequadas para o cultivo de plantas tropicais. Porém, com o cultivo em ambiente protegido, é possível antecipar o transplântio das mudas e estender os cultivos até o outono, possibilitando ampliar o período de produção e aumentar o número de cultivos por ano (LOOSE et al., 2014).

Tratando-se especificamente de ambiente protegido, a ausência de chuvas contribui para a salinização do solo, pois os sais contidos no solo, oriundos das fontes de águas de baixas qualidade e aplicação excessiva de fertilizantes, podem não lixiviar, ocasionando acúmulo que prejudica o desenvolvimento vegetal (MOURA & CARVALHO, 2014).

Bezerra (2003) considera que o ambiente protegido possibilita produzir mudas com melhor qualidade fitossanitária precoces e em diferentes épocas do ano.

O cultivo vegetal em ambiente protegido, geralmente é realizado em covas, canteiros ou vasos. O cultivo de hortaliças em recipientes com substratos vem crescendo pelo fato de possibilitar a redução de problemas que acontecem com frequência em solos de ambiente protegido, como a salinização e a infestação de patógenos, uma vez que o substrato pode ser trocado quando apresentar algum problema (BARDIVIESSO et al., 2014).

O substrato exerce a função do solo, fornecendo à planta sustentação, nutrientes, água e oxigênio. Duas características muito importantes para os substratos são: a condutividade elétrica e pH, que está diretamente relacionada ao teor de sais solúveis, que pode afetar diretamente o desenvolvimento dos vegetais (BEZERRA, 2003).

### **2.3. Irrigação na cultura da berinjela**

A irrigação é a técnica que permite aplicar água no momento adequado e quantidade requerida. Com isso, faz-se necessário o conhecimento dos principais fatores que interferem na disponibilidade e consumo de água da planta, destacando-se os atributos físicos hídrico do solo, clima e necessidades hídricas da cultura para cada estágio fenológico.

No ambiente protegido a técnica de irrigação é importante por ser a única forma de reposição de água, pois esse sistema não permite a entrada de água oriunda de chuva, como ocorre no cultivo no campo. No cultivo no campo, a técnica de irrigação é utilizada para suplementar a água da chuva, sendo possível manter a umidade ideal no solo para desenvolvimento e crescimento da cultura (BILIBIO et al., 2010).

Para Frizzzone et al. (2011), o sistema de irrigação tem como objetivo principal obter produção economicamente viável a partir do aumento da produtividade e redução dos custos por unidade produzida.

Para um manejo otimizado de irrigação, é necessário estimar o estado energético de água no solo, para que a lâmina e conseqüentemente o tempo de irrigação, sejam adequadamente estimados não ocasionando desperdícios (LIMA, et al., 2012).

A irrigação por gotejamento surgiu a partir de pesquisas conduzidas em Israel, as quais tinham por objetivo, economizar água (VIEIRA & MANFRINATO, 1974). Possui como vantagens melhor eficiência de utilização da água comparada a outros métodos de irrigação, e aumento da absorção de nutrientes e qualidade dos produtos (AUJLA et al., 2007).

A cultura da berinjela se desenvolve melhor em solos de textura média (CARDOSO et al., 2013), profundos, ricos em matéria orgânica, bem drenados, com pH entre 5,4 e 6,4, de alta retenção de umidade (SILVA, 2012), porém, solos excessivamente úmidos prejudicam o desenvolvimento da cultura em virtude da deficiência de oxigênio para as raízes (BILIBIO et al. 2010), pois o oxigênio no solo é essencial para a respiração das raízes, sendo que, em solo mal aerado a planta pode não absorver nutrientes com potencial máximo.

Carvalho et al. (2004), cultivaram berinjela com quatro níveis de deficiência hídrica (100; 80; 60 e 40% da evapotranspiração) em duas fases fenológicas (pós-transplante até abertura da gema floral e formação de frutos até a colheita), os resultados obtidos mostraram que o aumento da deficiência hídrica reduziu a produção e número de frutos por planta, apresentando maior redução na fase de formação de frutos até a colheita. Lima et al. (2012), cultivaram berinjela com quatro lâminas de irrigação (40; 70; 100 e 120% da evapotranspiração da cultura) em dois sistemas (cultivo orgânico e plantio direto). Os resultados obtidos mostraram que a maior produção foi obtida com a lâmina total de 690,04 mm (106,8%), não observando diferença significativa entre os sistemas de cultivo.

Karamet al. (2011), promoveram irrigação com 80% da capacidade de campo durante todas as fases da cultura da berinjela. A fase que apresentou menor rendimento ocorreu quando houve deficiência durante duas semanas antes da floração.

Bilibio et al. (2010), observaram entre a fase de formação de frutos até a colheita da berinjela, que a variação nas tensões de água no solo (-15,- 30, -45, -60 e -80 kPa), promoveram efeitos significativos para altura da planta. A produtividade e diâmetro de caule obtiveram maior crescimento e desenvolvimento na tensão de -15 kPa.

Oliveira et al. (2013), avaliaram a densidade e distribuição de raízes da cultura da berinjela e concluíram que a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura da berinjela irrigada por gotejamento, atinge 0,20 m quando submetida à adubação química ou orgânica.

Carvalho et al. (2012), determinaram o coeficiente de cultura (kc), para dois sistemas de cultivo da berinjela, correspondendo as fases de transplante até o florescimento, florescimento até a frutificação, frutificação até a primeira colheita e primeira colheita até o

final do ciclo, sendo assim, os valores de kc obtidos foram respectivamente: 0,83; 0,77; 0,90; 0,97 para o sistema plantio direto, e 0,81; 1,14; 1,17; 1,05, para o plantio convencional.

#### **2.4. Fertirrigação na Cultura da Berinjela**

A quimigação é a técnica de aplicação de produtos químicos na lavoura, utilizando água de irrigação como veículo até às plantas (COSTA et al., 1994). Denomina-se fertirrigação a prática específica pela qual os fertilizantes químicos são aplicados via água de irrigação (FRIZZONE et al., 2012).

O sucesso da quimigação é influenciado pela uniformidade de aplicação do produto, a qual geralmente é proporcional à uniformidade de distribuição de água pelo sistema de irrigação (BASANTA et al., 2000).

As principais vantagens da fertirrigação são economia de mão de obra, energia para aplicação, controle de incorporação do produto químico até a profundidade desejada, redução de danos mecânicos às culturas oriundos de tráfego de máquinas agrícolas, eficiência de uso, economia de fertilizantes e homogeneidade na distribuição de fertilizantes sobre a área. Outra vantagem da aplicação de fertilizantes por meio da água de irrigação é a redução de tráfego de máquinas para distribuição de adubos, pois estes equipamentos geram alto custo operacional e contribui para a compactação do solo (CARRIJO et al., 2004).

Como desvantagem, ocorre corrosão de algumas partes do sistema de irrigação, obstrução de emissores como gotejadores e microaspersores por fertilizantes, exige alta solubilidade do fertilizante e mão de obra especializada para o manejo (FRIZZONE et al., 2012). Um aspecto importante, é que na microirrigação por gotejamento, a parte aérea das plantas não é molhada, não condicionando ambiente favorável ao desenvolvimento de fungos e bactérias.

Pode-se dizer que a prática da fertirrigação integra a agricultura de precisão por permitir a aplicação da quantidade requerida no momento adequado. Porém, se esse sistema não for bem manejado pode acarretar em resultados negativos. Nas primeiras tentativas de sua implantação no Brasil, utilizou-se água em excesso e como consequência, surgiram fortes

incidências de fungos no solo que resultou em morte de plantas e baixa produtividade (SANTOS et al., 2005).

Os nutrientes mais utilizados na fertirrigação das culturas são os que possuem alta mobilidade no solo, como o potássio e nitrogênio, sendo que o uso do fósforo e cálcio em solos de médios a baixos teores destes nutrientes, contribuem com o rendimento das culturas (CARRIJO et al., 2004).

Um elemento mineral pode ser considerado essencial, quando na sua ausência a planta não completa ciclo de vida. O elemento é benéfico ou útil, quando na ausência dele a planta completa seu ciclo de vida, mas se estiver presente na planta é capaz de contribuir de alguma forma para incrementos em sua produtividade ou até mesmo garantir-lhe resistência ou defesa a alguma praga ou ataque de patógenos.

Oliveira et al. (2014), verificaram que aplicações de elevadas doses de nitrogênio, provocam redução no rendimento da berinjela e potencializam os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação sobre o número de frutos, produção e eficiência agrônômica da adubação nitrogenada. O aumento da salinidade na água de irrigação ocasiona perda de 30-45%, na produção comercial da cultura da berinjela (MOURA & CARVALHO, 2014) e induz deficiências de fósforo e potássio em diversas culturas (ELWAN, 2010).

Silva et al. (2013) verificaram que acima da salinidade limiar ( $1,71 \text{ ds m}^{-1}$ ), o aumento de  $1 \text{ ds m}^{-1}$  na salinidade do solo, reduz em média a produção da cultura da berinjela em 8,65%, quando cultivada em estufa. No entanto a sensibilidade da cultura da berinjela à salinidade pode variar de acordo com o material genético utilizado e com as condições de cultivo adotadas (PARIDA & DAS, 2005).

A irrigação por gotejamento permite que se mantenha o solo úmido e com boa aeração por período ininterrupto e com umidade sempre próxima à capacidade de campo, na zona efetiva do sistema radicular. Assim os nutrientes mantêm-se solubilizados, permitindo que a cultura atinja altos rendimentos com mínimo consumo de água. Os benefícios interferem na produtividade, na melhoria do padrão de qualidade dos frutos e no tamanho das plantas (SANTOS et al., 2005).

Embora a fertirrigação seja uma técnica viável e utilizada com sucesso em diversos países do mundo, é necessário avaliar sua aplicação em diferentes cenários, pois a particularidade de cada região faz necessário o manejo específico.



## 2.5. Nitrogênio e Potássio

A nutrição de plantas é um dos fatores de maior potencial para o aumento da produtividade das culturas. Dentre os nutrientes mais exigidos pelas culturas, o nitrogênio e potássio são os que necessitam das maiores quantidades nas adubações. A fertirrigação é uma técnica que pode ser utilizada para aplicação de nutrientes com eficiência, possibilitando a escolha da frequência de aplicação e doses de acordo com a demanda. Sabe-se, que sem um manejo correto de fertirrigação a contaminação de águas subterrâneas e mananciais, assim como a salinização dos solos, podem fazer parte de um cenário não desejado.

Haag & Homa (1968), estudaram a absorção de nutrientes pela cultura da berinjela e verificaram que os macronutrientes absorvidos pela parte vegetativa em ordem decrescente são: potássio, nitrogênio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre.

O nitrogênio se sobressai entre os principais nutrientes ligados ao aumento da produtividade, em razão de ser fundamental no rendimento e crescimento da cultura. O nitrogênio é responsável por funções estruturais e faz parte de vários compostos orgânicos vitais para o vegetal, como proteínas, prolina, e aminoácidos entre outros, aumentando a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, que conseqüentemente aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (PARIDA & DAS, 2005). O N mineral pode ser fornecido ao solo por meio de restos orgânicos, água de chuva (combinação do N<sub>2</sub> e oxigênio atmosféricos mediante descargas elétricas), fixação biológica, fertilizante e adubos minerais. É componente de 5% da matéria orgânica do solo, onde 98 % se apresentam em forma orgânica e os outros 2 % em forma mineral, sendo os microorganismos responsáveis pela mineralização dos compostos nitrogenados (MALAVOLTA, 2006).

Com exceção do déficit hídrico, nenhuma deficiência é tão prejudicial quanto o nitrogênio. A deficiência é caracterizada por clorose generalizada (as partes mais maduras da planta são as primeiras a se tornarem afetadas, pois o nitrogênio é translocado de regiões mais velhas para as mais jovens), hábito estiolado e o crescimento torna-se lento podendo ser diminuído (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

Oliveira et al. (2013), verificaram que doses de nitrogênio acima de 5 g por planta, não incrementam na produção de frutos de berinjela e potencializam os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação sobre número de frutos e produção de berinjela.

Fontes et al. (2005) relataram que o decréscimo da produção de pimentão tem sido relacionada com o aumento do potencial osmótico da solução do solo (aplicação de nitrogênio). A deficiência de N para Marcussiet al. (2004), decresce a produtividade e a qualidade dos frutos. A necessidade de aplicação de determinado nutriente varia para cada característica de cultivo, assim deve-se manejar adequadamente a adubação nitrogenada para evitar o efeito da salinidade nas plantas.

Amiriet al. (2012) verificaram efeito positivo da adição de nitrogênio na cultura da berinjela, sendo obtida a maior produtividade com a dose 120 kg N ha<sup>-1</sup>. O aumento foi ocasionado pelo efeito estimulador do nitrogênio nas características de crescimento vegetal que formam a base do florescimento e frutificação.

O potássio não faz parte de nenhum composto orgânico, portanto, não desempenha função estrutural, no entanto, é o nutriente mais exigido pelas hortaliças. É atribuído ao K, o efeito direto na taxa de assimilação do CO<sub>2</sub> pelo controle da abertura e fechamento dos estômatos, melhoria na difusividade do CO<sub>2</sub> nas células do mesófilo e estímulo da atividade da ribulose bifosfato carboxilase (FAQUIN & ANDRADE, 2004). O potássio é necessário em reações metabólicas, capazes de ativar enzimas que regulam o turgor celular e potencial osmótico (MAHOUACHI et al., 2005).

Uma das formas do potássio no solo é o que está contido na estrutura cristalina dos minerais primários ou secundários (MALAVOLTA, 2006). Sua deficiência ocasiona folhas verde-escuras ou azul-esverdeadas, como na deficiência de fósforo. Outro sintoma é o desenvolvimento de pequenas manchas de tecido morto denominadas necrótico, podendo haver necrose marginal ou murcha da folha. O crescimento da planta é afetado, e sob condições severas as gemas laterais e terminais podem morrer (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

Fawzy et al. (2007) avaliaram a aplicação ao solo de cinco doses de potássio (120, 240, 360, 480 e 600 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) na cultura da berinjela. Os autores constataram que as doses de 360 e 480 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> proporcionaram maior crescimento e que o potássio foi importante nos processos fisiológico e bioquímico na berinjela.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da Área Experimental

O experimento foi instalado e conduzido em ambiente protegido, situado no Centro Técnico de Irrigação (CTI) do Departamento de Agronomia (DAG) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) no município de Maringá-PR, região Noroeste do Estado, na latitude 23° 25' 57'' S, longitude 51° 57' 08'' W e altitude média de 542 m.

A estrutura do ambiente protegido utilizada foi do tipo arco, com cobertura de filme plástico de polietileno de baixa densidade, de 150 µm de espessura, com tratamento anti – UV. As fachadas foram envolvidas com tela antiafídeo e rodapé de alvenaria de 0,25 m de altura. O ambiente protegido foi construído no sentido Norte/Sul com as seguintes dimensões: 7,00 m de largura, 20,00 m de comprimento e 3,0 m de altura de pé direito. A área do experimento compreendeu parcialmente a área do ambiente protegido, tendo 11,2 m de comprimento, por 7 m de largura.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa-Mesotérmico úmido, caracterizado no verão por chuvas abundantes e invernos secos. As médias de precipitação pluviométrica anual chegam a 1500 mm, e as médias das temperaturas mínimas e das máximas mensais são 17 e 26 °C e a média anual da umidade relativa do ar é de 66% (Caviglione et al., 2000).

Com relação as condições ambientais, temperaturas médias, mínimas e máximas do ar e umidades relativas do ar, ocorridas durante o período experimental, estas foram obtidas por meio de estação climatológica automática, instalada dentro do ambiente protegido e programada para arquivamento de dados em intervalos de uma hora.

### 3.2.Preparo da Área Experimental

Cada parcela experimental foi constituída de uma planta de berinjela por vaso. O vaso utilizado foi de material plástico com volume total de 0,025 m<sup>3</sup> (25 L), tendo 0,28 m de diâmetro interno inferior, 0,34 m de diâmetro interno superior e 0,35 m de altura. As parcelas experimentais foram espaçadas em 0,8 m entre plantas e 1,2 m entre linhas(Figura 1).

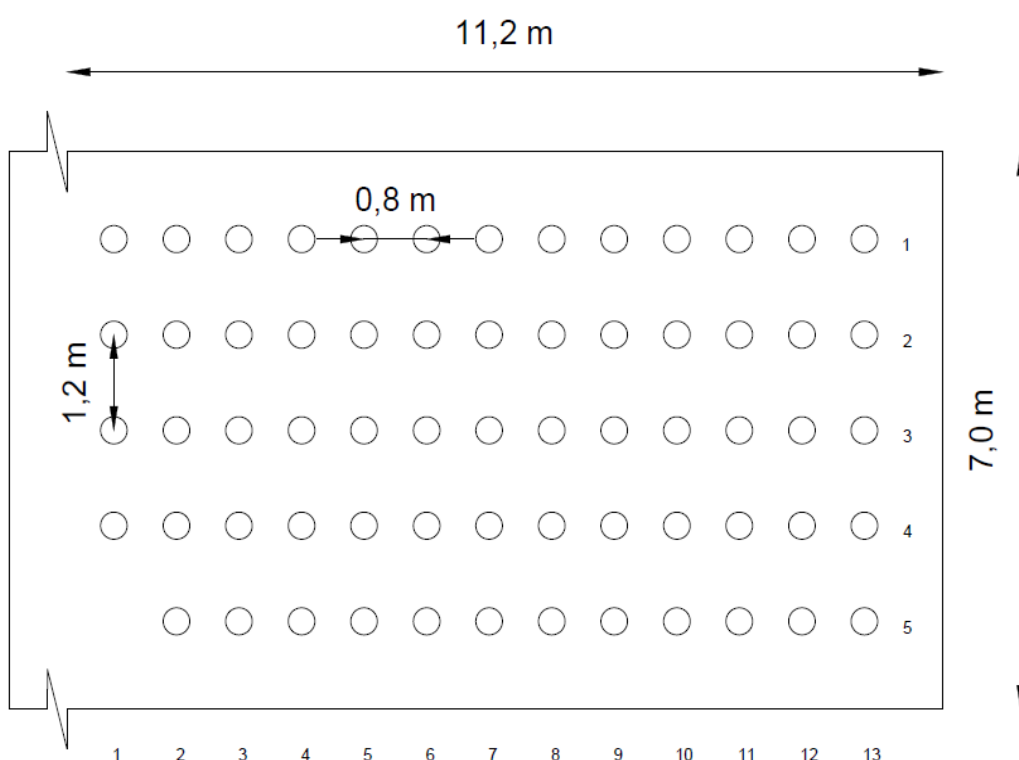


Figura 1. Croqui da área experimental. Cada círculo representa uma parcela experimental composta por uma planta de berinjela.

Cada vaso foi preenchido primeiramente com uma camada de TNT, (material de baixo custo produzido com fibras que não é classificado como tecido), 4 kg de brita seca, outra camada de TNT, e por último 25 kg de solo seco ao ar. Para a irrigação foi instalado em cada vaso um microtubo com gotejador na sua extremidade inicial (Figura 2).

Antes do preenchimento dos vasos, o solo foi seco ao ar até atingir umidade constante. A umidade do solo foi acompanhada por determinação da umidade gravimétrica durante o período de secagem até ficar constante. Logo após, procedeu-se o enchimento de cada vaso com 25 kg de solo seco (valor já descontado a umidade gravimétrica).

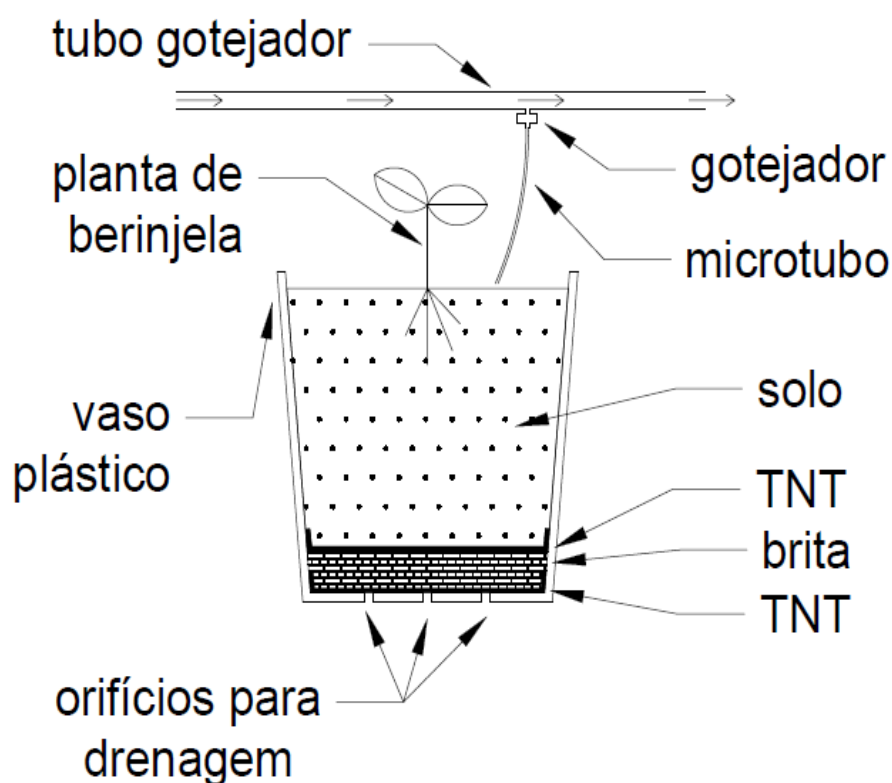


Figura 2. Esquema demonstrativo de uma parcela experimental.

O solo utilizado para cultivo foi coletado na profundidade de 0 a 0,2 m, na área experimental, localizada no Campus do Arenito – UEM, em Cidade Gaúcha-PR, nas coordenadas geográficas, 23° 22' 29'' de latitude sul, 52° 56' 57'' de longitude oeste e 350 m de altitude. A classe de solo segundo a Embrapa (1999) é LATOSSOLO VERMELHO Distrófico – LVd típico, com horizonte A de textura arenosa e horizonte diagnóstico subsuperficial B latossólico de textura franco-arenosa. Wichmann (2010), verificou que os solos do campus do Arenito no município de Cidade Gaúcha possuem teor de 19% de argila, 3% de silte e 78% de areia. A análise química do solo foi realizada no Laboratório Rural de Maringá (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise química de solo retirado da profundidade de 0 a 0,2 m da área experimental do Campus do Arenito-UEM, Cidade Gaúcha - Paraná

Variável	Quantidade
P	8,63 mgdm <sup>-3</sup>
K <sup>+</sup>	0,07 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Ca <sup>2+</sup>	1,56 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Mg <sup>2+</sup>	0,38 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
SB	2,01 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
CTC	5,19 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	3,18 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
H <sup>+</sup>	2,48 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Al <sup>3+</sup>	0,70 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
MO	4,66 g kg <sup>-1</sup>
C	2,71 gdm <sup>-3</sup>
pH CaCl <sub>2</sub>	4,30
pH H <sub>2</sub> O	4,80

Análise efetuada no Laboratório Rural de Maringá: Laboratório de Análises de Solo. Maringá-PR, 2014.

A interpretação dos resultados da análise do solo, conforme Trani (2014), indicou a seguinte necessidade de adubação por vaso: 30 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples), 500 g de composto orgânico e 10,06 g de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio). A saturação de bases foi elevada a 80% de acordo com Aguiar et al. (2014). Para neutralizar o Al<sup>3+</sup>, elevar o pH, fornecer Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, utilizou-se 32 g de calcário vaso, com PRNT 86% e 21% de óxido de magnésio.

A suplementação de micronutrientes foi realizada quinzenalmente via aplicação foliar com o produto comercial em forma líquida APPORT<sup>®</sup>, da empresa Safari fertilizantes com a dosagem de 0,5 ml L<sup>-1</sup>, possuindo como constituintes: Ca 2,5%, Mg 0,7%, S 2,3%, Cu 1,5%, Fe 1,3%, Mn 0,6 %, Mo 1,4 % e Zn 0,8%. Para suprimento de boro foi realizado adubação de segurança de 1,1 g de ácido bórico por planta.

### 3.3. Tratamentos e Delineamento Experimental

As maiores doses recomendadas, via fertirrigação para a cultura da berinjela em condições de ambiente protegido foram: 200 kg N ha<sup>-1</sup> (19,2 g N planta<sup>-1</sup>) e 267 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (25,6 g K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>), considerando 10,416 plantas por hectare (TRANI, 2014). Neste estudo a adubação potássica foi realizada em duas etapas, uma pré-transplântio (devido a baixa disponibilidade inicial de potássio no solo) em que foi aplicado 10,06 g K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup> na forma granulada em todos os vasos, e via fertirrigação correspondente aos níveis do fator potássio (Tabela 2). A adubação nitrogenada foi realizada integralmente via fertirrigação, conforme os níveis do fator N (Tabela 2).

Tabela 2. Doses de nitrogênio e potássio aplicadas via fertirrigação na cultura da berinjela após o transplântio

Níveis	Nitrogênio	Potássio
	g planta <sup>-1</sup>	
1	0*	0*
2	6,43*	5,18*
3	12,86*	10,36*
Referência	19,20 <sup>RF</sup>	15,54 <sup>RF</sup>
4	25,72**	20,73**

\*Valores abaixo e \*\* acima da dose máxima recomendada para fertirrigação (Trani, 2014).  
<sup>RF</sup>Dose de referência, valor não testado.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema de arranjo de tratamento fatorial 4x4, realizando-se quatro repetições. Os fatores foram, 4 doses de nitrogênio (N) e 4 doses de potássio (K<sub>2</sub>O), compondo um total de 64 parcelas experimentais.

### **3.4. Semeadura e Transplântio**

A semeadura para formação das mudas foi realizada em 21 de fevereiro de 2015. As mudas foram conduzidas em ambiente protegido, localizado no CTI. As sementes de berinjela híbrido Ciça foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido com 72 células, contendo substrato comercial da marca Germina Plant, em cada célula foram adicionadas duas sementes peletizadas de berinjela da marca FELTRIN®.

Foram efetuadas regas com a finalidade de manter a tensão de água no substrato, sempre próxima à capacidade de campo, de maneira a satisfazer as necessidades hídricas da cultura nesse estágio, evitando-se a ocorrência de déficit hídrico.

O transplântio foi realizado quarenta e sete dias após a semeadura (DAS) (09/04) quando as mudas apresentavam entre cinco a seis folhas definitivas. Na seleção houve preferência pelas mudas mais vigorosas e homogêneas, o transplântio consistiu na colocação de uma muda em cada vaso.

### **3.5. Condução da Cultura**

Apesar da berinjela ser uma cultura rústica, o controle fitossanitário preventivo foi realizado de forma a manter a sanidade da cultura.

Com relação às pragas e doenças quando identificadas, foram administradas doses de Engeo Pleno e Abamectin para o controle, seguindo as recomendações do fabricante.

Para a eliminação das ervas invasoras, foi praticada capina manual semanalmente. Foi feita a desbrota que consistiu na retirada dos brotos que surgiram abaixo da primeira flor. A primeira flor que surgiu na bifurcação inicial foi retirada para não retardar o crescimento da planta, pelo fato da planta ser considerada muito jovem.

O sistema de tutoramento foi composto por estacas de bambu que foram cravadas dentro de cada vaso e amarradas à planta com fitilhos (Figura 3).





Figura 3. Área experimental com plantas de berinjela aos 110 dias após a semeadura.

### **3.6. Determinação da Curva de Retenção de Água no Solo**

O valor de umidade na capacidade de campo representa o teor máximo de água no solo, para o qual a perda de água por drenagem é considerada desprezível, analogamente, ao conceito de capacidade de campo em plantas cultivadas em vaso ou recipientes, utiliza-se comumente o termo capacidade de vaso.

Para caracterização hídrica do solo, foi determinada a curva de retenção de água no solo, conforme metodologia proposta por Oliveira (2012). O material de solo utilizado foram os mesmos adicionados em cada unidade experimental, inclusive os utilizados na correção do solo. Em um mesmo vaso, foram instalados quatro tensiômetros de punção para leitura com tensímetro, na profundidade de 15 cm, a fim de que fosse mensurado o valor de tensão de água no solo pela média dos quatro tensiômetros. A preparação, instalação e manuseio dos tensiômetros seguiram a recomendação de Marouelli (2008).

O primeiro ensaio aconteceu em ambiente controlado (laboratório), com objetivo de medir a umidade na capacidade de vaso. O vaso preenchido com solo foi colocado para saturar em uma caixa-d'água com volume de água próximo a 2/3 da altura do vaso, por um

período de 24 h, com o objetivo de obter a saturação completa. Logo após, o vaso foi lacrado com a utilização de plástico e fita. A partir do selamento superior do vaso, não ocorreu evaporação e as únicas vias para drenagem de água foram através dos orifícios inferiores. Após um período de cinco dias, quando o fluxo de água por drenagem diminuiu a um valor desprezível, a massa do vaso foi mensurada utilizando-se uma balança de precisão com capacidade para 50 kg, a tensão correspondente foi medida com tensímetro. A umidade do solo em condição de capacidade de vaso equivaleu a aproximadamente 0,2 kg kg<sup>-1</sup>, sendo esse, o teor máximo de água que o solo é capaz de reter, para que não ocorra drenagem de água e nutrientes.

Após a determinação da capacidade de vaso, retirou-se o lacre superior, e foi levado ao ambiente protegido com a finalidade de continuar a coleta de valores aos demais pontos da curva de retenção de água no solo. Com a abertura do vaso, o processo de evaporação de massa de água se iniciou e a variação foi acompanhada por medidas da massa do vaso e tensão correspondente. Considerando que as leituras foram realizadas até a tensão de 80 kPa, após o término da coleta de valores de massa e tensão de água no solo, foi ajustada a curva de retenção de água no solo pelo modelo de Van Genuchten (1980), com auxílio do Software SWRC, versão 3.0.

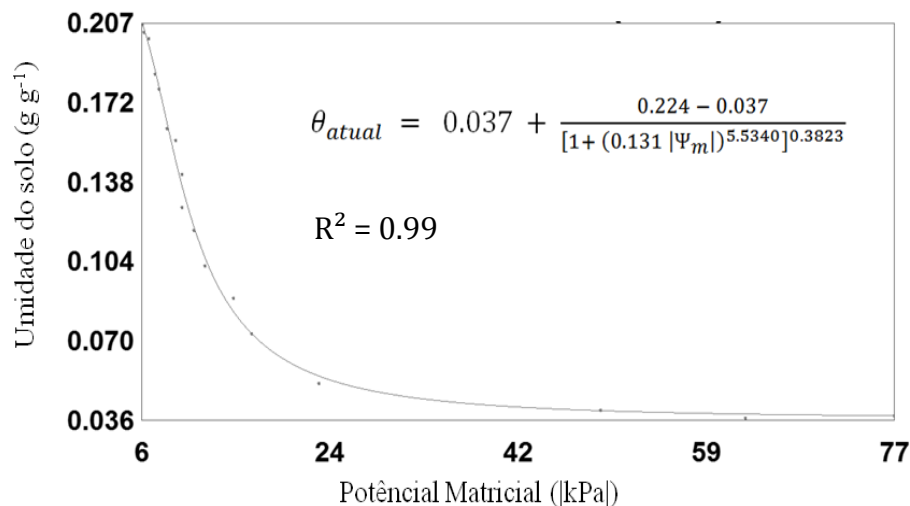


Figura 4. Curva de retenção de água no solo realizada em vaso, utilizando o método detensimetria e gravimetria. Ajuste dos valores ao modelo de Van Genuchten (1980) com auxílio do software SWRC.

### **3.7. Sistema de Irrigação**

O sistema de irrigação e fertirrigação, foi composto por um conjunto motobomba que recalçava água até a área experimental por meio de tubulação de PVC de 50 mm na linha principal, passando por filtro de discos, tubo venturi, registro de gaveta e conexões. A linha de derivação foi composta por tubo de diâmetro de PVC de 32 mm, e as linhas laterais de polietileno com diâmetro de 16 mm.

O sistema foi montado com 64 gotejadores e micro tubos, 5 tubos de polietileno com diâmetro de 16 mm e comprimento de 10 m, 2 registros de gaveta, 5 registros de esfera, motobomba de 1 CV de potência e reservatório de 40.000 L de capacidade.

A irrigação foi realizada por gotejadores modelo Click Tif HD da empresa NaanDanJain, com vazão de  $4 \text{ L h}^{-1}$ . Adotou-se a pressão de serviço de 15 m. c. a., controlada por manômetro com glicerina, instalado no cabeçal de controle do sistema.

O espaçamento entre gotejadores foi de 0,8 m compreendendo o espaçamento entre as plantas. Em cada gotejador foi instalado na sua extremidade inicial um microtubo, que permitiu manejar cada vaso de forma individual, pois há diferenças no consumo hídrico para cada unidade experimental.

### **3.8. Coeficientes de Uniformidade**

Foram utilizados recipientes plásticos identificados e tara definida, para determinação dos coeficientes de uniformidade do sistema de irrigação. Coletou-se o volume de todos os gotejadores durante 3 minutos. Foi considerada a densidade da água igual a  $1 \text{ kg dm}^{-3}$  para mensuração do volume de água dos recipientes por massa.

Após a coleta do volume de água e a mensuração da massa de cada recipiente, foram calculados os coeficientes de uniformidade de distribuição de água (CUC) proposto por Christiansen (1942) (Equação 1), uniformidade de emissão (UD) proposto por Keller e Karmeli (1974) (Equação 2) e uniformidade estatística (CUE), proposto por Wilcox e Swailes (1947) (Equação 3). Os valores dos coeficientes calculados e suas interpretações são

apresentados na Tabela 03.

$$CUC = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^N |q_i - \bar{q}|}{N \bar{q}} \right) \quad (1)$$

Em que as variáveis são:

- CUC - Coeficiente de uniformidade de Christiansen (%);
- N - Número de observações;
- $q_i$  - Vazão aplicada no ponto  $i$ , sobre a superfície do solo ( $L h^{-1}$ );
- $\bar{q}$  - Vazão média aplicada ( $L h^{-1}$ ).

$$UD = \frac{q_n}{\bar{q}} \quad (2)$$

Em que as variáveis são:

- UD - Coeficiente de uniformidade de distribuição (%);
- $q_n$  - Vazão média de 25% dos emissores com menor vazão ( $L h^{-1}$ );
- $\bar{q}$  - Vazão média dos emissores ( $L h^{-1}$ ).

$$CUE = 1 - CV_q = 1 - \frac{S_q}{\bar{q}} \quad (3)$$

Em que as variáveis são:

- CUE - Coeficiente de uniformidade estatística (%);
- $CV_q$  - Coeficiente de variação da vazão dos emissores;
- $S_q$  - Desvio padrão da vazão dos emissores ( $L h^{-1}$ );
- $\bar{q}$  - Vazão média dos emissores ( $L h^{-1}$ ).

Tabela 03. Valores dos coeficientes e interpretação

<b>Coeficiente</b>	<b>Valor obtido</b>	<b>Interpretação</b>
CUC	98,27 %	Excelente *
UD	91,44 %	Excelente**
CUE	93,36 %	Excelente***

\* Segundo Bernardo et al. (2006);

\*\* Segundo a ABNT (1998);

\*\*\*Segundo Favetta e Botrel (2001).

### 3.9. Manejo da Irrigação

O monitoramento da irrigação foi realizado com o método gravimétrico, utilizando balança de precisão com capacidade para 50 kg. Bilibio et al. (2010), recomendam a condução da cultura de berinjela com potencial matricial de - 15 kPa. De acordo com o modelo ajustado no Item 3.6., a umidade correspondente a - 15 kPa é de 0,08 kg kg<sup>-1</sup>, que foi estabelecida como umidade crítica para condução do experimento. Sendo assim, as irrigações aconteceram antes do solo atingir a umidade crítica de 0,08 kg kg<sup>-1</sup>. O volume de água a ser adicionado foi calculado pela diferença entre a umidade atual, até o valor necessário para o solo retornar a umidade gravimétrica à capacidade de campo (0,2 kg kg<sup>-1</sup>).

Para a pesagem dos vasos foi realizado um rodízio entre as repetições, sendo que, cada dia foi pesado uma repetição de cada tratamento. A partir do valor obtido, as quatro repetições foram irrigadas com a mesma quantidade de água.

Além do monitoramento feito com o método gravimétrico, a lâmina de água a ser repostada ao solo também foi acompanhada com o uso de tensiômetros, instalados em uma repetição por tratamento.

Baseando-se na vazão média calculada de cada gotejador de 3,9 L h<sup>-1</sup> e mensuração da umidade do solo, o tempo de irrigação foi calculado para cada tratamento. A irrigação se iniciava em todas as parcelas experimentais ao mesmo tempo e o fechamento foi feito individualmente em cada tratamento, a partir da retirada do microtubo de dentro do vaso.

### **3.10. Manejo da Fertirrigação**

O potássio e nitrogênio foram diluídos em uma proveta de 1000 mL de água e aplicados individualmente em cada parcela experimental semanalmente. As fertirrigações foram realizadas durante as irrigações, no intermédio, sendo a primeira realizada aos 7 dias após o transplântio das mudas de berinjela para os vasos (16/04).

O manejo de fertirrigação considerou a recomendação de Trani (2011), que propõe a taxa de aplicação para 13 semanas. O período pré-estabelecido para o manejo de fertirrigação neste trabalho foi de 16 semanas, assim, as três últimas semanas de fertirrigação seguiram o valor da 13ª semana. Com a definição das aplicações semanais, calculou-se a porcentagem de aplicação para cada das 16 semanas e os tratamentos seguiram a marcha de aplicação.

### **3.11. Avaliação dos Componentes de Produção**

Após o término das colheitas do experimento, foram avaliadas a produtividade (PRO) e número de frutos por planta (NFP).

#### **3.11.1. Produtividade**

A colheita teve início aos 147 DAS estendendo-se até os 184 DAS. Os frutos foram colhidos e identificados sempre que apresentavam coloração vinho escuro brilhante, após serem retirados da planta os frutos foram levados imediatamente ao laboratório para obtenção do valor de massa. O valor de produtividade foi determinado pela somatória da massa de todos os frutos colhidos por unidade experimental (uma planta de berinjela), medida em balança digital com precisão de 0,01 g, os frutos considerados na somatória da produtividade possuíam comprimento maior ou igual a 14 cm (LUENGO et al., 1999).

### **3.11.2. Número de Frutos por Planta**

Fez-se a somatória da quantidade de frutos por planta de berinjela colhida entre 147 até 184 DAS, os frutos considerados na somatória da produtividade possuíam comprimento maior ou igual a 14 cm.

### **3.12. Avaliação do Crescimento das Plantas de Berinjela**

Após o término da colheita (184 DAS; 24/08/2015), foram realizadas algumas medidas de crescimento da planta de berinjela: massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca total (MST), altura (ALT), diâmetro de caule (DIA) e área foliar total (AFT).

#### **3.12.1. Massa Seca das Raízes**

As raízes das plantas de berinjela foram retiradas dos vasos aos 184 DAS, lavadas com auxílio de peneira e água corrente para obtenção da massa seca da raiz. As raízes foram secadas em estufa a 60°C, com ventilação forçada, até atingir massa constante, e após a secagem fez-se a pesagem das raízes em balança digital.

#### **3.12.2 . Massa Seca do Caule**

Para a variável massa seca do caule da planta de berinjela foram consideradas todas as partes acima do colo da planta (2 cm acima da superfície do solo), com exceção de flores, frutos e folhas. A coleta foi realizada aos 184 DAS, e o material foi seco em estufa a 60°C, com ventilação forçada até atingir massa constante, após a secagem fez-se a pesagem do caule em balança digital.

### **3.12.3. Massa Seca Total**

A massa seca total resultou da soma da massa seca da raiz, mais a massa seca do caule para a mesma unidade experimental.

### **3.12.4. Altura**

A altura da planta foi medida com trena (cm), um dia após a última colheita, ou seja, no final do cultivo, tomando como medida a base do colo da planta até o meristema apical, considerando a linha vertical perpendicular ao plano horizontal (solo).

### **3.12.5. Diâmetro de Caule**

O diâmetro de caule foi medido com auxílio de paquímetro digital. As medidas foram realizadas três centímetros acima da superfície do solo.

### **3.12.6. Área Foliar Total**

Para determinação da área foliar total das plantas de berinjela, as folhas das plantas foram extraídas cortando o pecíolo rente ao limbo foliar, e as folhas foram abertas e posicionadas entre duas placas de vidro, sendo a placa inferior com coloração branca e a superior transparente. Abaixo das placas, foi instalado um sistema de iluminação para melhorar o contraste da foto (Figura 5).

As folhas foram fotografadas pela vista superior, com câmera fotográfica digital Sony, modelo DSC-W610. Para não haver diferença de escala entre as fotos, a câmera foi instalada em suporte fixo centralizado acima das placas.

A mensuração de área foliar total foi realizada a partir do *software* Quant (VALE et al., 2003), seguindo o método de imagem digital (GODOY et al., 2007).





Figura 5. Equipamento utilizado para obtenção de imagens das folhas.

### 3.13. Análises Estatísticas dos Dados

Inicialmente, os erros experimentais foram avaliados em relação a dois pressupostos básicos, testes de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) para verificação da normalidade e de Levene ( $p > 0,05$ ) para verificação da homocedasticidade residual.

Para as variáveis respostas que atenderam as pressuposições básicas, foram realizadas a análise de variância para as médias dos tratamentos ( $P < 0,05$ ), com o *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). O desdobramento das doses de fertilizante, foi realizado para as variáveis respostas que apresentaram interação significativa ( $P < 0,05$ ), no desdobramento foi utilizada a análise de regressão polinomial.

O emprego da regressão polinomial foi baseado nos seguintes critérios: teste F significativo para a regressão ( $p < 0,05$ ), teste t de Student, significativo para coeficientes de regressão ( $p < 0,05$ ) e maior coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ).

Quando a interação não foi significativa, empregou-se a análise de regressão polinomial para efeito geral do nutriente, se este apresentou efeito significativo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Condições Ambientais

Os valores de temperatura mínima, máxima, média e umidade relativa do ar, registrados em casa de vegetação durante os 120 dias após o transplântio, estão apresentados na Figura 6. Os valores de temperatura mínima e máxima registrados no interior do ambiente protegido foram 6,4 °C e 39,4 °C, respectivamente. A temperatura média diária do ar variou de 13,3 °C a 31,2 °C, tendo média de 21,9 °C. No cultivo da berinjela a temperatura diurna ideal está entre 25 e 35 °C e noturnas entre 20 e 27 °C (RIBEIRO, 2007). Os valores das condições climáticas obtidas mostram que para alguns dias durante o experimento, a temperatura mínima média foi inferior a ideal para a cultura da berinjela. O valor médio de umidade relativa do ar foi de 62,5 %.

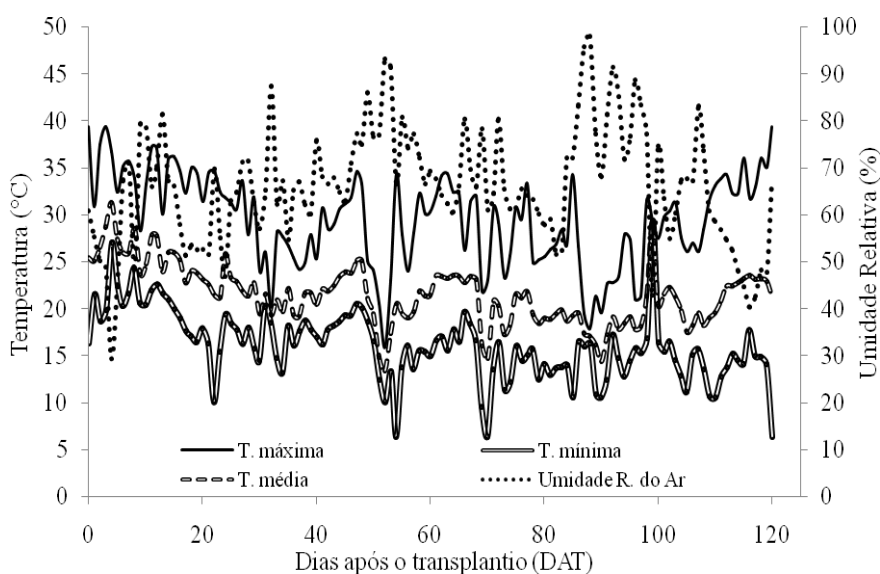


Figura 6. Valores de umidade relativa do ar, temperatura mínima, máxima e média do ar, registradas durante o período de condução do experimento.

## 4.2. Componentes de Produção

De acordo com os resultados para a variável resposta produtividade, foi observado estatisticamente, significância de 1% para o efeito de interação entre doses de nitrogênio e potássio. Logo, os fatores atuaram de forma dependente um do outro sobre as plantas (Tabela 4). A aplicação isolada de nitrogênio proporcionou diferenças significativas para a produtividade ( $p < 0,01$ ), entretanto a aplicação isolada de potássio não foi significativa ( $p > 0,05$ ).

Desdobrando os fatores N e K para a variável produtividade (PRO). Verificaram-se diferenças significativas para as doses de nitrogênio dentro de cada nível de K (Figura 7). Para as doses de potássio só houve diferenças significativas dentro dos níveis N2 e N3 ( $p < 0,01$ ) (Tabela 4).

Os dados de PRO submetidos à análise de regressão, apresentaram resposta quadrática com o incremento de N em todos os níveis de K (Figura 7). Com relação à aplicação das doses de potássio as aplicações das doses N2 e N3, não possibilitaram o ajuste de um modelo, pois o componente linear de ambas as equações não foram significativo.

Em cada nível de K foi encontrado um valor máximo de PRO, obtido com diferentes doses de N aplicado via fertirrigação. Contudo, a maior produtividade ( $2970,20 \text{ g planta}^{-1}$ ) ocorreu para a dose K3, sendo necessário aplicar  $15,03 \text{ g N planta}^{-1}$  via fertirrigação. Considerando o espaçamento  $0,8 \times 1,2 \text{ m}$ , adotando  $10.416 \text{ plantas ha}^{-1}$ , a dose  $15,03 \text{ g N planta}^{-1}$  é equivalente a aproximadamente  $157 \text{ kg N ha}^{-1}$  e a produtividade  $2970,20 \text{ g planta}^{-1}$ , aproximadamente  $30,9 \text{ t ha}^{-1}$ .

Amiri et al. (2012), em solo arenoso produziram  $27,6 \text{ t ha}^{-1}$  com a aplicação da dose de  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$ . O valor é próximo dos encontrados no presente trabalho. Moraditochaeet al. (2011), produziram  $35,03 \text{ t ha}^{-1}$  com a dose de  $75 \text{ kg N ha}^{-1}$ , Bozorgi (2012), produziu  $34,63 \text{ t ha}^{-1}$  com a aplicação de  $60 \text{ kg de N por hectare}$  e Mirdad (2011), obteve com a aplicação de  $300 \text{ kg N ha}^{-1}$  o valor de  $2250 \text{ g planta}^{-1}$ . Aminifard et al. (2010), obtiveram  $3713 \text{ g planta}^{-1}$  ao aplicar  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ , e  $2615 \text{ g planta}^{-1}$  para o tratamento controle ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ).

Tabela 4. Resumo da análise de variância referente à produtividade e ao número de frutos por planta de berinjela, cv. Ciça. Maringá, PR, 2016

Fonte de variação	Valores de F	
	PRO	NFP
N	144,31**	108,268**
K	2,13 <sup>ns</sup>	8,089**
N x K	5,21**	3,837**
N/K1	39,05**	28,74**
RL	36,88**	32,04**
RQ	49,96**	50,79**
N/K2	53,30**	19,67**
RL	54,11**	10,798**
RQ	102,56**	47,528**
N/K3	40,75**	34,13**
RL	19,60**	3,847*
RQ	100,40**	97,966**
N/K4	26,86**	37,22**
RL	38,11**	67,781**
RQ	41,851**	42,667**
K/N1	1,37 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>
K/N2	10,04**	3,56*
RL	10,37 <sup>ns</sup>	8,36**
RQ	0,29 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
K/N3	4,94**	2,13 <sup>ns</sup>
RL	0,49 <sup>ns</sup>	0,677 <sup>ns</sup>
RQ	11,77**	0,017 <sup>ns</sup>
K/N4	1,42 <sup>ns</sup>	13,82**
RL	0,51 <sup>ns</sup>	15,18**
RQ	3,65 <sup>ns</sup>	26,23 <sup>ns</sup>

\*\*significativo a 1% de probabilidade; \*significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo (p>0,05). RL-regressão linear; RQ-regressão quadrática.

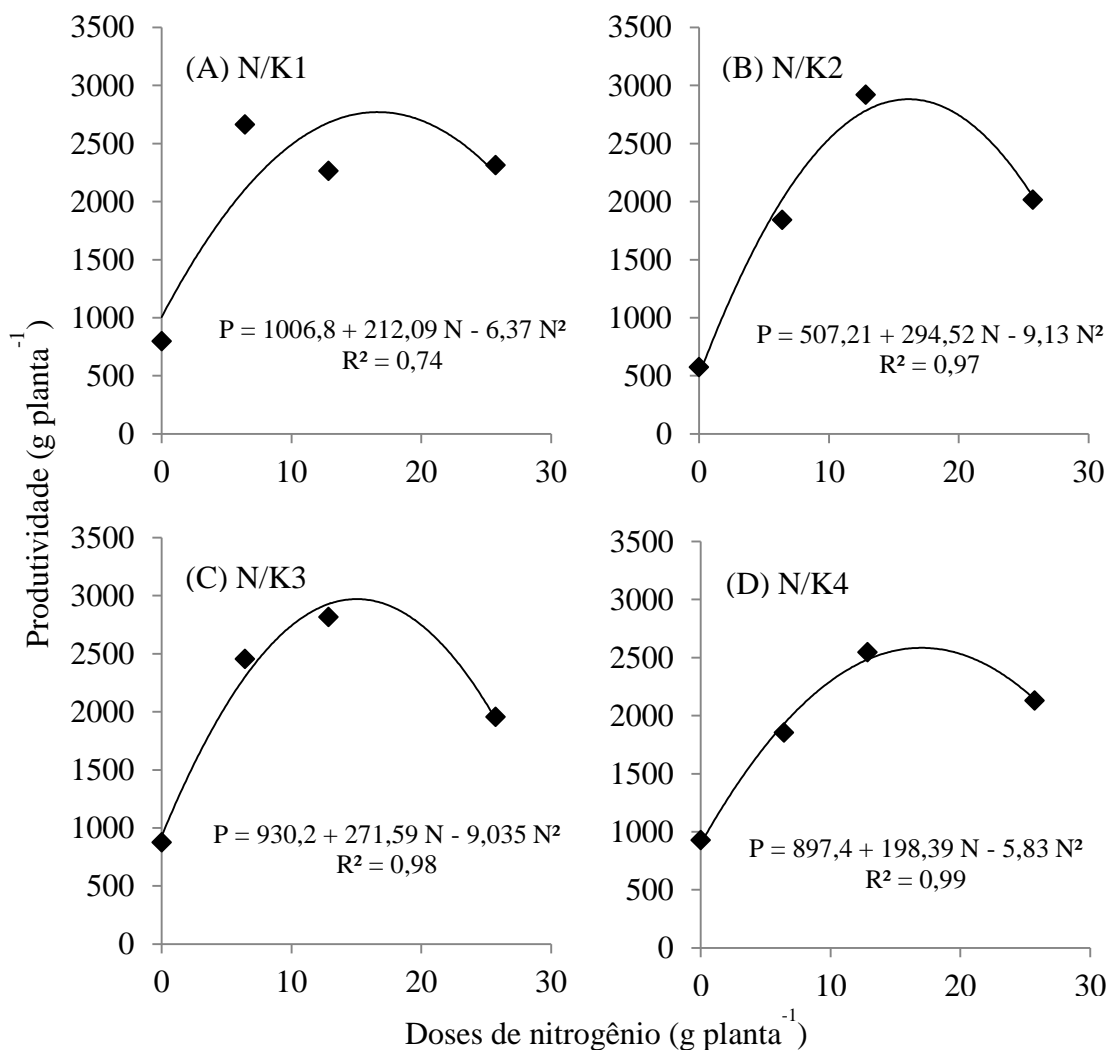


Figura 7. Desdobramento da interação N x K para os dados de produtividade, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016. Doses de N dentro do nível K1 (A), nível K2 (B), nível K3 (C) e nível K4 (D).

Houve decréscimo de PRO em todos os níveis de K, a partir da dose que atingiu o valor máximo de PRO. As doses ótimas 16,64; 16,12 e 17,01 g N planta<sup>-1</sup>, foram para as doses K1, K2 e K4 respectivamente. Este efeito também foi observado por Aujla et al. (2007), que estudaram o efeito de doses de nitrogênio para diferentes métodos de irrigação, e obtiveram maior produtividade média de 85,4 t ha<sup>-1</sup> com 150 kg N ha<sup>-1</sup>. A dose superior (180 kg N ha<sup>-1</sup>) promoveu redução na produtividade (62,2 t ha<sup>-1</sup>). No entanto, na localização de Punjab (Índia) a maior resposta observada para a berinjela foi quando aplicaram 187,5 kg N

ha<sup>-1</sup>, produzindo 25,8 t ha<sup>-1</sup> (PAL et al., 2002). A recomendação não é sugerida para todos os solos e climas, por este motivo, justifica-se o manejo do nutriente, considerando as características específicas do local de cultivo.

Para todos os níveis de K, o menor valor de PRO ocorreu quando não houve fertirrigação com nitrogênio (Figura 7). Amiri et al. (2012) e Moraditochae et al. (2011), também obtiveram o menor valor de produtividade quando não houve aplicação de nitrogênio na cultura da berinjela. O efeito positivo na produtividade pode ser devido ao estímulo do nitrogênio sobre as características de crescimento, que formam a base do florescimento e frutificação (AMINIFARD et al., 2010). Porém, doses elevadas de nitrogênio provocam redução no rendimento da berinjela (OLIVEIRA et al., 2014). Malavolta (2006), considera que o excesso de nitrogênio pode causar redução na frutificação, afetando diretamente a produtividade. Alguns trabalhos mostraram que maiores doses de nitrogênio não foram as que proporcionaram maiores produtividades de berinjela (FAWZY et al., 2007; AUJLA et al., 2007; AMINIFARDI et al., 2010; AMIRI et al., 2012; BOZORGI, 2012).

Fawzy et al. (2007), encontraram diferenças significativas para produtividade quando aplicado doses de potássio em solo arenoso. As plantas chegaram a produzir 26,2 t ha<sup>-1</sup> quando aplicado a dose de 480 kg K ha<sup>-1</sup>. Contudo a maior dose aplicada não foi a que obteve maior produtividade. Hochmuth et al. (1993) também estudaram o efeito de doses de potássio na cultura da berinjela, os resultados indicaram que o incremento de K proporcionou comportamento plateau linear de produtividade. A máxima produtividade (55,2 e 60 t ha<sup>-1</sup>), ocorreu com a dose 135 kg K ha<sup>-1</sup>, para os cultivos de primavera e outono.

Para o número de frutos por planta (NFP), a análise de variância mostrou que houve interação significativa entre as doses de nitrogênio e potássio e para aplicação de nitrogênio e potássio de forma isolada (p<0,01). No desdobramento dos fatores N e K (Tabela 4), verificaram-se diferenças significativas para todas as doses de N dentro das de K. Porém, para as doses de K dentro das de N, foram observadas diferenças significativas apenas para N2 e N4.

Os quatro desdobramentos de N dentro de K foram submetidos à análise de regressão, explicados pelo modelo quadrático (Figura 8). O maior valor de NFP (24,52) foi obtido utilizando a dose 18,75 g N planta<sup>-1</sup> (195 kg N ha<sup>-1</sup>), dentro nível K4. Mirdad (2011), obteve valor próximo (26,24 NFP), porém utilizando 300 kg N ha<sup>-1</sup>. Pal et al. (2002), obtiveram 14,4 NFP aplicando 187,5 kg N ha<sup>-1</sup>. Moraditochae et al. (2011) produziram 6,34 NFP com a dose

de 75 kg N ha<sup>-1</sup>. Quando não aplicado nitrogênio (N1) cada planta produziu em média 3,1 NFP e não houve diferenças significativas para diferentes doses de potássio. Estes resultados mostraram a necessidade do nitrogênio para a quantidade de número de frutos. Bozorgi (2012), produziu 4,82 NFP com a aplicação de 60 kg N ha<sup>-1</sup>.

Na aplicação das doses de K dentro de N2, o aumento das doses de potássio proporcionaram efeito linear crescente, aumentando de 11,5 para 18,19 NFP respectivamente, para as doses 0 e 20,73 g K planta<sup>-1</sup> (Figura 9B). No nível N quando se aumentou a dose de potássio via fertirrigação, o efeito para o NFP foi linear decrescente (Figura 9D).

Marques (2009) observou efeito quadrático para a variável NFP de berinjela, quando aplicado potássio, concluindo que existe decréscimo na produção causado por efeito da salinidade. O mesmo efeito também foi verificado por Marcussi et al. (2004), trabalhando com a cultura de pimentão. Albuquerque et al. (2011), também trabalharam com pimentão e não encontraram diferenças significativas para NFP e PRO quando aplicado doses de potássio via fertirrigação.

Amiri et al. (2012), ajustaram um modelo linear entre número de frutos por metro quadrado e produtividade, obtendo correlação positiva. A associação entre NFP versus produtividade também foi observada no presente estudo ( $R^2 = 0,78$ ). Aujla et al. (2007), também encontraram correlação positiva entre NFP e produtividade ( $R^2 = 0,80$ ) indicando que o incremento de produtividade de berinjela está associado ao incremento de número de frutos por planta.

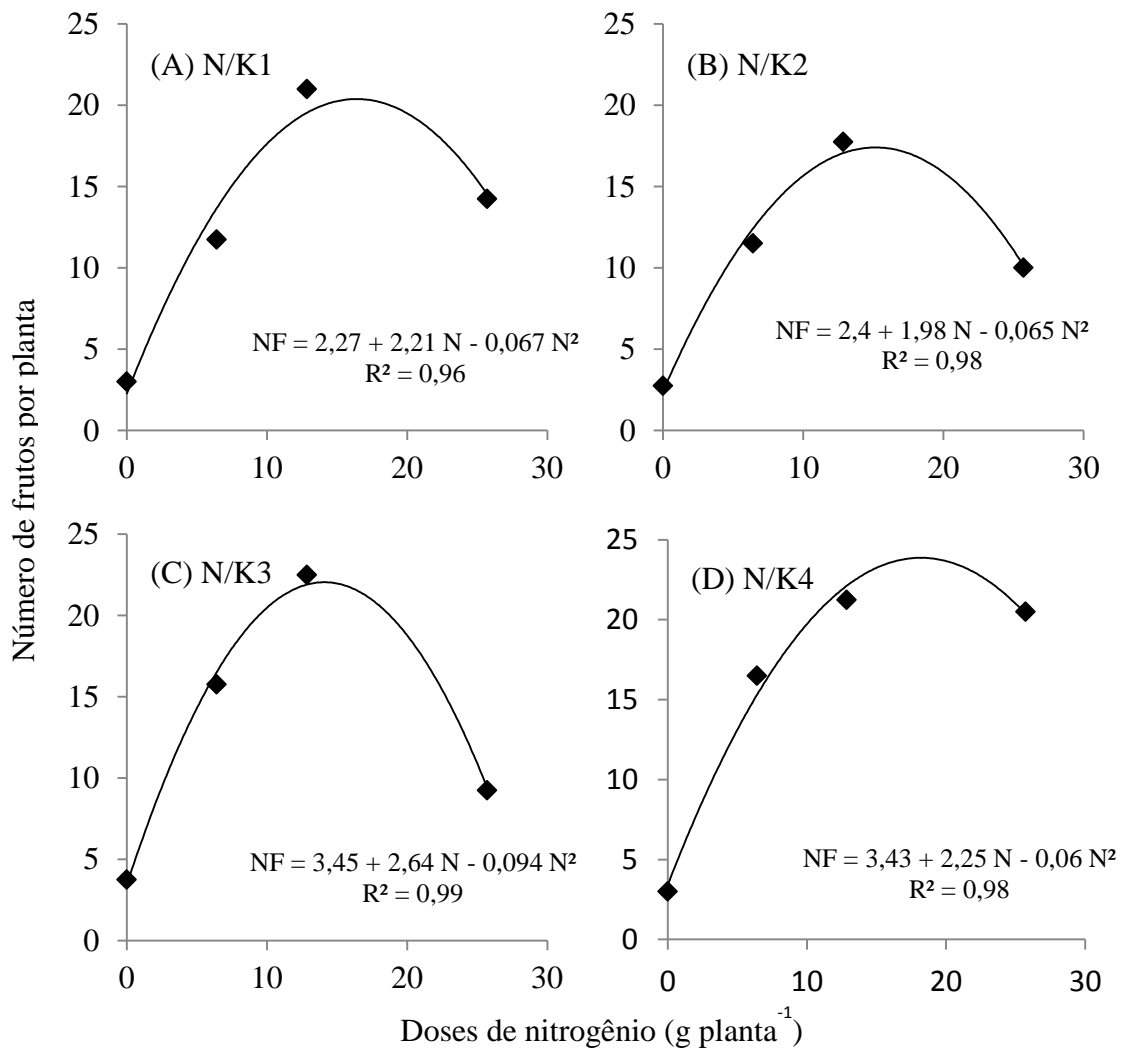


Figura 8. Desdobramento da interação N x K, para número de frutos por planta de berinjela, cultivar Ciça, Maringá - PR, 2016. Doses de N dentro do nível K1 (A), nível K2 (B), nível K3 (C) e nível K4 (D).



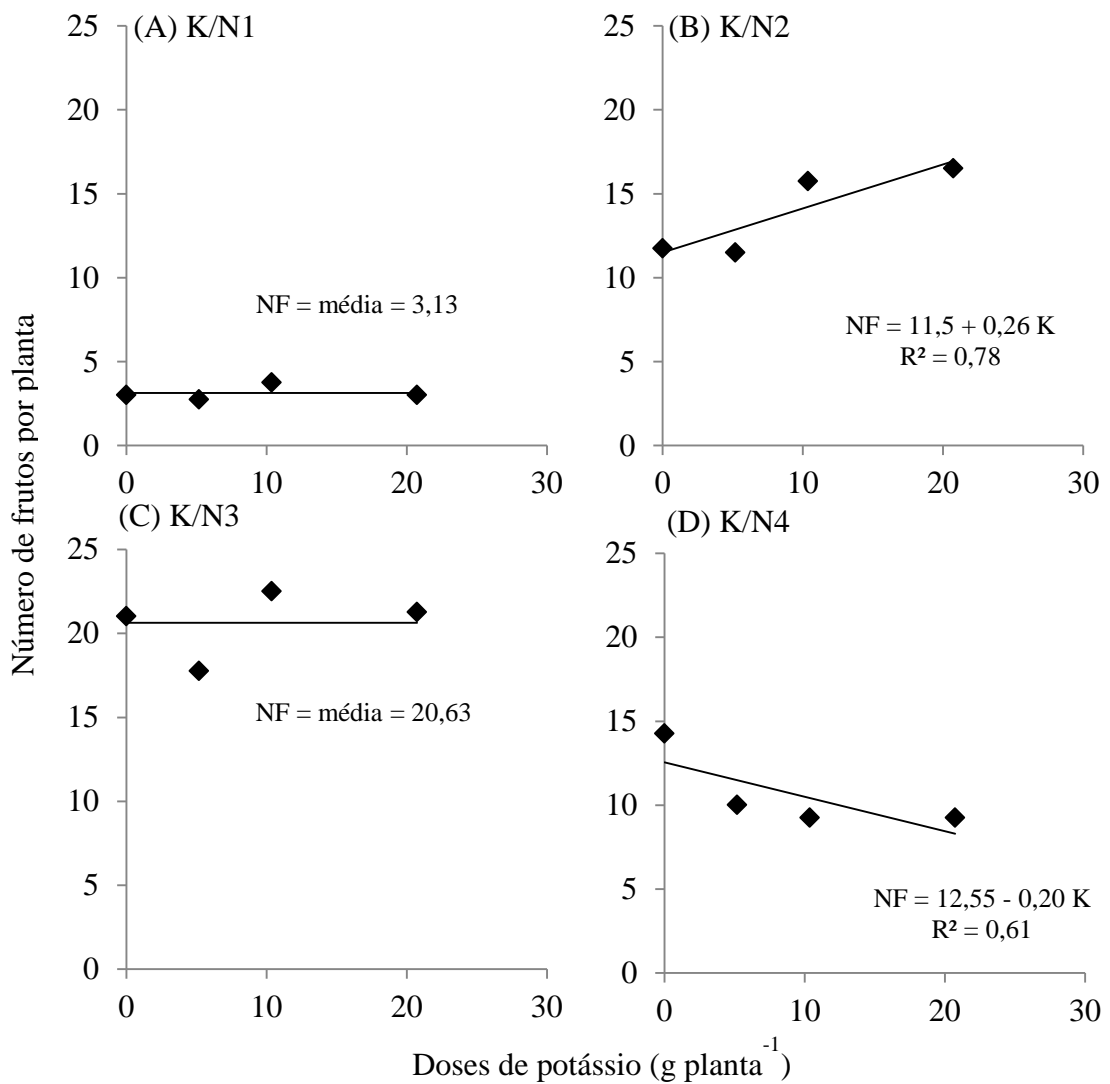


Figura 9. Desdobramento da interação K x N, para número de frutos por planta de berinjela, cultivar Ciça, Maringá - PR, 2016. Doses de K dentro do nível N1 (A), nível N2 (B), nível N3 (C) e nível N4 (D).

### 4.3. Massa Seca dos Componentes de Crescimento

Para a variável massa seca das raízes (MSR) a análise de variância mostrou que não houve interação significativa entre as doses de nitrogênio e de potássio ( $p > 0,05$ ), diferenças significativas ocorreram apenas para a aplicação de nitrogênio de forma isolada ( $p < 0,01$ ) (Tabela 5).

Quando não aplicado nitrogênio ( $0 \text{ g N planta}^{-1}$ ), a MSR foi de  $69,49 \text{ g planta}^{-1}$ , já a maior dose de nitrogênio testada ( $25,73 \text{ g N planta}^{-1}$ ), obteve com a adição de nitrogênio  $133,67 \text{ g planta}^{-1}$ . O maior resultado ( $163,95 \text{ g planta}^{-1}$ ) foi obtido com a dose de nitrogênio  $16,42 \text{ g N planta}^{-1}$  ( $171 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) (Figura 10).

As doses de potássio não causaram efeitos significativos para a massa seca de raiz (Tabela 5), tendo valor médio de  $122,70 \text{ g planta}^{-1}$ . Silva (2010), em cultivo de berinjela obteve no máximo  $87,49 \text{ g planta}^{-1}$  para a MSR. Após esse valor houve redução da MSR devido ao aumento de salinidade no solo. Marques et al. (2011), observaram resultados diferentes, aos 120 DAT houve diminuição linear da massa de matéria seca da raiz quando as doses foram aumentadas. O maior valor encontrado foi de  $194,24 \text{ g planta}^{-1}$  de MSR com a aplicação de  $250 \text{ kg K ha}^{-1}$ . Doses maiores reduziram a massa da parte da raiz, indicando provável resposta de estresse da planta ao aumento da salinidade do solo. Silva et al. (2001), também observaram que a adição de doses de potássio para a mesma dose de nitrogênio causou redução da matéria seca das raízes de pimentão. Provavelmente o efeito salino do KCl no solo, diminui o crescimento das raízes e parte aérea, reduzindo consequentemente a absorção e acúmulo de nutrientes nos órgãos da planta.

Pelos resultados do resumo da análise de variância, houve diferenças significativas pelo teste F, ao nível de 5% para a interação entre as doses de nitrogênio e potássio, para a variável matéria seca do caule (MSC) ( $p < 0,05$ ) a aplicação de nitrogênio e potássio de forma isolada também proporcionaram diferenças significativas MSC ( $p < 0,01$ ) (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância referente à massa seca da raiz, massa seca do caule e massa seca total, cv. Ciça. Maringá - PR, 2016

Fonte de variação	Valores de F		
	MSR	MSC	MST
N	9,55**	94,94**	25,14**
K	1,69 <sup>ns</sup>	6,03**	3,17*
N x K	1,25 <sup>ns</sup>	2,08*	1,61 <sup>ns</sup>
N/K1	0,82 <sup>ns</sup>	10,77**	2,58 <sup>ns</sup>
RL	1,12 <sup>ns</sup>	24,80**	4,76*
RQ	1,07 <sup>ns</sup>	6,26*	2,43 <sup>ns</sup>
N/K2	4,83**	34,15**	11,62**
RL	9,98**	89,81**	27,00**
RQ	1,51 <sup>ns</sup>	5,96*	2,95 <sup>ns</sup>
N/K3	3,84*	24,23**	7,73**
RL	0,455 <sup>ns</sup>	46,95**	5,24*
RQ	11,053**	24,03**	17,89**
N/K4	3,82*	32,05**	8,07**
RL	1,17 <sup>ns</sup>	84,48**	10,47**
RQ	3,76 <sup>ns</sup>	8,79**	6,22*
K/N1	0,05 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
K/N2	1,60 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	1,92 <sup>ns</sup>
K/N3	1,60 <sup>ns</sup>	2,79*	2,30 <sup>ns</sup>
RL	0,22 <sup>ns</sup>	3,83 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>
RQ	3,90 <sup>ns</sup>	4,32*	5,34*
K/N4	2,19 <sup>ns</sup>	7,83**	3,74*
RL	0,001 <sup>ns</sup>	8,52**	0,54 <sup>ns</sup>
RQ	0,24 <sup>ns</sup>	2,45 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>

\*\*significativo a 1% de probabilidade; \*significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo (p>0,05). RL-regressão linear; RQ-regressão quadrática.

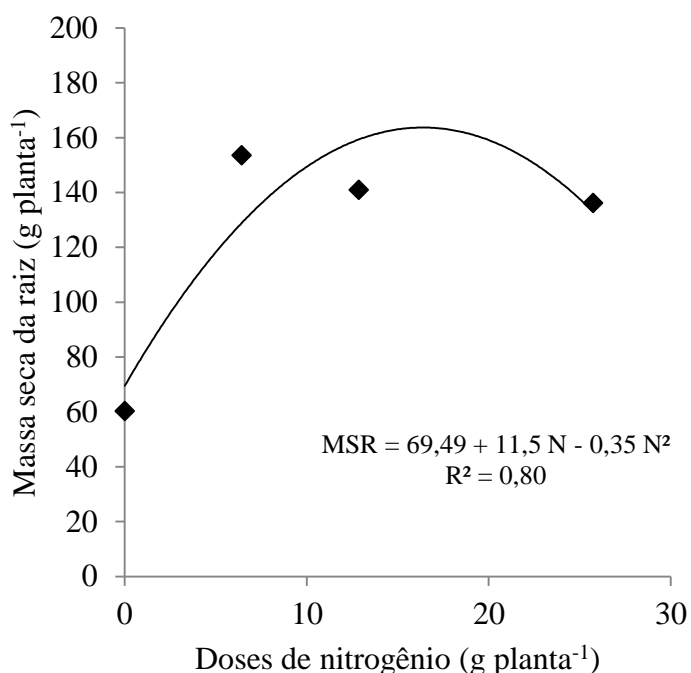


Figura 10. Massa seca da raiz de planta de berinjela, cultivar Ciça, em função de doses de nitrogênio, Maringá - Pr, 2016.

Desdobrando os fatores N e K para a variável MSC, verificou-se diferenças significativas para as doses de nitrogênio dentro de cada nível de K e para as doses de potássio só houve diferenças significativas dentro dos níveis N3 e N4 (Tabela 5).

Com relação às doses de potássio, a aplicação da dose N3 não possibilitou o ajuste de um modelo. Para a dose N4, houve ajuste do modelo linear crescente, em que a aplicação de 20,73 g K planta<sup>-1</sup> aumentou a MSC em 26,23 % (Figura 11). Silva (2010), cultivou berinjela em diferentes níveis de salinidade que pode ser associado à níveis de fertilizantes. A resposta da MSC foi quadrática ao aumento das doses aplicadas.

Marques et al. (2011), obtiveram 197,7 g por planta de matéria seca da parte aérea aos 120 DAT com a aplicação de 19,38 g K ha<sup>-1</sup>. Doses superiores causaram redução que indicaram provável resposta de estresse da planta ao aumento da salinidade do solo com o fertilizante potássico. Fawzy et al. (2007), aplicando 480 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> às plantas de berinjela obtiveram 58,01 g por planta de massa seca de folha, doses superiores reduziram o valor da massa seca de folha.

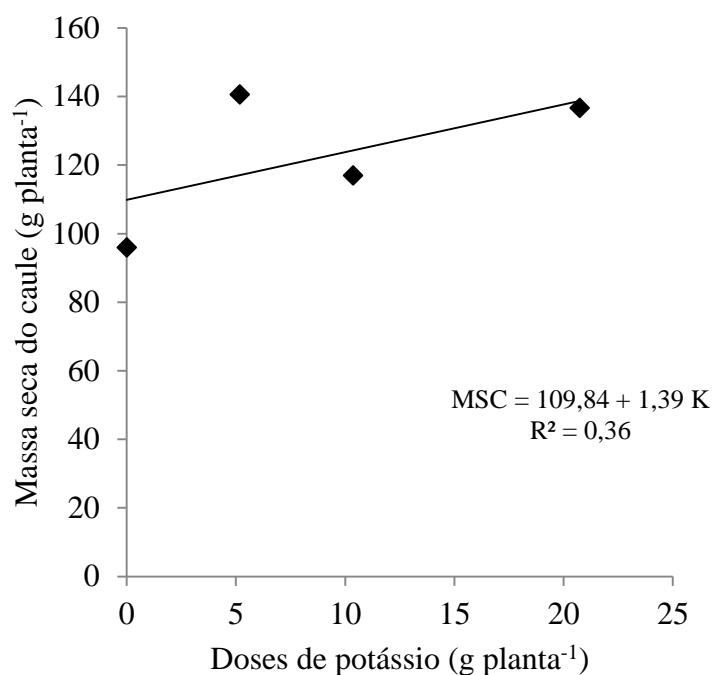


Figura 11. Desdobramento das doses de K dentro do nível N4 para massa seca do caule de plantas de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016.

Os dados de MSC submetidos à análise de regressão, mostraram resposta quadrática com o incremento de N em todos os níveis de K (Figura 12), sendo assim, as doses ótimas foram 21,83; 25,72; 19,0 e 25,72g N planta<sup>-1</sup>, respectivamente para os níveis K1, K2, K3 e K4, a maior MSC (140,65 g planta<sup>-1</sup>) ocorreu para a dose K4. Silva et al. (2001), aplicaram uréia na cultura do pimentão e observaram que acrescentando o nutriente à massa seca do caule, houve aumento linearmente.

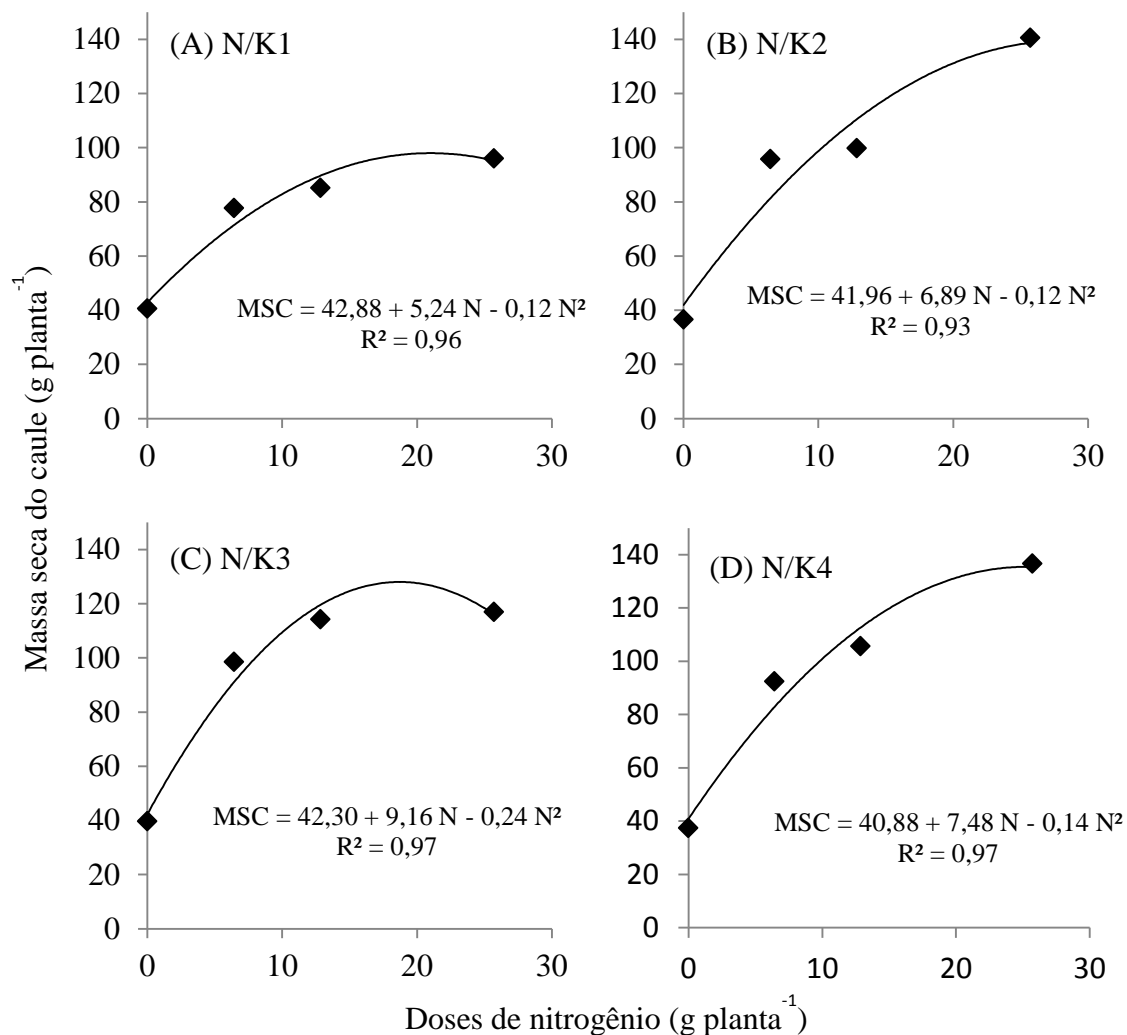


Figura 12. Desdobramento da interação N x K para massa seca do caule de plantas de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016, doses de N dentro do nível K1 (A), nível K2 (B), nível K3 (C) e nível K4 (D).

Houve diferenças significativas para a variável matéria seca total (MST) quando aplicado de forma isolada nitrogênio ou potássio. Não houve diferenças significativas para a interação entre nitrogênio e potássio ao nível de 5%, significando que os fatores atuam de forma independente na MST (Tabela 4).

Os dados de MST foram submetidos à análise de regressão e apresentaram resposta quadrática em função das doses isoladas de nitrogênio (Figura 13) e potássio (Figura 14).

O menor valor de MST ( $111,5 \text{ g planta}^{-1}$ ) ocorreu para as plantas que não receberam dose de nitrogênio ( $0 \text{ g planta}^{-1}$ ). Houve aumento em  $153,0 \%$  ( $282,91 \text{ g planta}^{-1}$ ) quando foi adicionado a dose de  $18,33 \text{ g N planta}^{-1}$ , porém, a maior dose aplicada ( $25,72 \text{ g N planta}^{-1}$ ), obteve valor menor de MST ( $255,01 \text{ g planta}^{-1}$ ) e da produção de berinjela. Aminifard et al. (2010), relataram que o nitrogênio promove crescimento e incremento de produção de biomassa. Entretanto, se aplicado em excesso pode ocasionar efeitos adversos nas plantas.

As doses de potássio elevaram a MST das plantas de berinjela ( $177,31$  á  $236,12 \text{ g planta}^{-1}$ ) correspondendo a um aumento de  $33,16 \%$  com a aplicação de  $13,77 \text{ g K planta}^{-1}$ . Contudo, a maior dose ( $20,74 \text{ g K planta}^{-1}$ ) atingiu  $221,08 \text{ g planta}^{-1}$ .

Silva (2010) chegou a um valor de  $500 \text{ g planta}^{-1}$  de matéria seca total, considerando a massa de folha. Oliveira (2012), aplicou doses de nitrogênio e potássio na cultura do pimentão e observou que a fitomassa seca do caule e total foi afetada de forma semelhante, apresentando para ambos os casos, ajuste à regressão quadrática. Silva (2010), trabalhando com berinjela, observou resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho, no qual, os dados de fitomassa seca foram ajustados a equação de segundo grau em resposta ao aumento nos níveis crescentes de fertilizantes.

A redução da MST pode ser devido ao aumento da salinidade no solo. Marques et al. (2011), aplicaram duas fontes de potássio na cultura da berinjela. A condutividade elétrica aumentou linearmente na medida em que se aumentaram as doses, indicando que houve aumento da salinidade do solo.

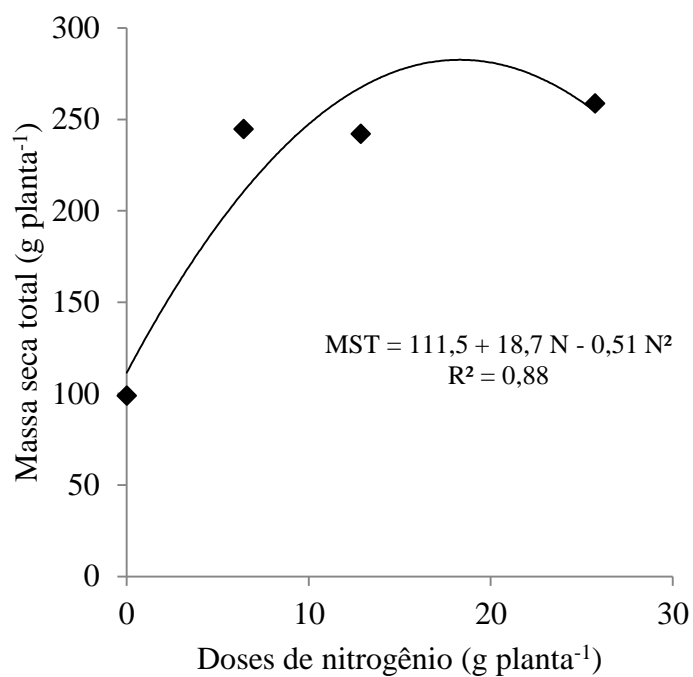


Figura 13. Massa seca total de planta de berinjela, cultivar Ciça, em função de doses de nitrogênio, Maringá-PR, 2016.

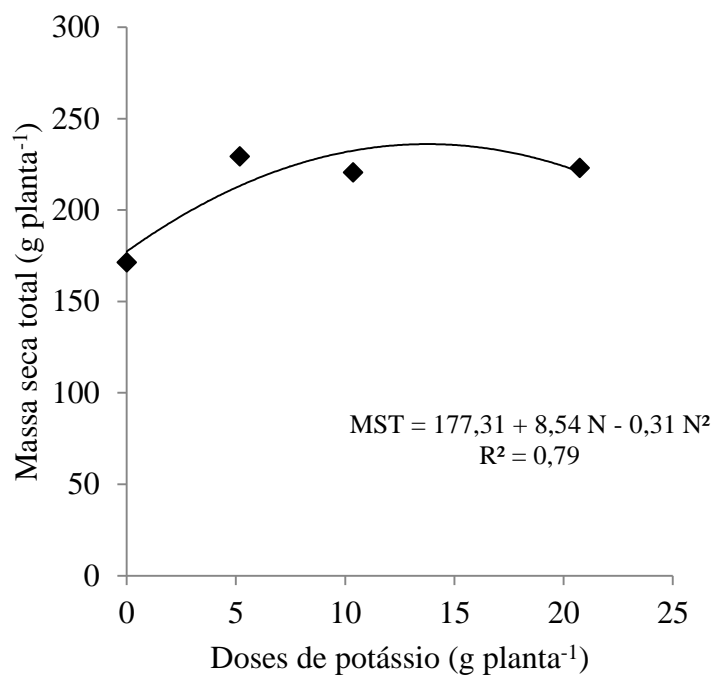


Figura 14. Massa seca total de planta de berinjela, cultivar Ciça, em função de doses de potássio, Maringá-PR, 2016.



#### 4.4. Medidas dos Componentes de Crescimento

Na Tabela 6 é apresentado o resumo da análise de variância para altura de plantas de berinjela (ALT), diâmetro de caule (DIA) e área foliar total (AFT).

Para a variável ALT foi observado apenas diferenças significativas para efeito de aplicação isolada de nitrogênio ( $p < 0,01$ ). Os dados de ALT submetidos à análise de regressão apresentaram resposta quadrática com o incremento de N, sendo que a maior ALT (83,92 cm) foi obtida com a dose 18,25 g N planta<sup>-1</sup> (190 kg N ha<sup>-1</sup>) (Figura 15). A menor ALT ocorreu quando não se aplicou nitrogênio (0 g N planta<sup>-1</sup>). O nitrogênio tem grande influência no crescimento vegetativo e reprodutivo de plantas de berinjela (AMINIFARD et al., 2010).

Amiri et al. (2012), observaram maior altura de plantas de berinjela para a dose de 120 kg N ha<sup>-1</sup> (105,9 cm) e menores foram para 0 kg N ha<sup>-1</sup> (92,3 cm). Aminifard et al. (2010) produziram maiores plantas com a dose de 50 kg N ha<sup>-1</sup> e as menores com o tratamento controle (0 kg N ha<sup>-1</sup>). Resultados similares foram reportados por Bozorgi (2012), que chegou a altura de 111,5 cm com a aplicação de 60 kg N ha<sup>-1</sup>. As plantas de berinjela conduzidas por Moraditochae et al. (2011), chegaram a 118,2 cm de altura com a dose de 75 kg N ha<sup>-1</sup> e 98,1 cm, não aplicando nitrogênio.

Marques et al. (2014), estudaram a aplicação de altas doses de KCl na cultura da berinjela, observaram efeito nas atividades enzimáticas e conteúdo de proteína nas folhas. Porém, as alturas das plantas não apresentaram diferenças significativas, atingindo em média 146,8 cm aos 110 DAT, quando aplicado as doses 250, 500, 750 e 1000 kg ha<sup>-1</sup>. Fawzy et al. (2007), conduziram experimento para doses de potássio e suas plantas cresceram até 87,67 cm, quando aplicado a dose de 360 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

Para a variável diâmetro de caule (DIA), houve diferenças significativas para a interação de doses de nitrogênio e potássio e para a aplicação de nitrogênio isolada ( $p < 0,01$ ). O desdobramento dos fatores N e K para a variável DIA, apresentaram diferenças significativas apenas para o nitrogênio nas doses K2 e K3 e potássio na dose N4 (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância referente a altura de planta, diâmetro de caule e área foliar total de berinjela, cv. Ciça. Maringá-PR, 2016.

Fonte de variação	Valores de F		
	ALT	DIA	AFT
N	12,11**	12,30**	182,80**
K	0,475 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	5,20**
N x K	0,609 <sup>ns</sup>	3,22**	3,57**
N/K1	2,21 <sup>ns</sup>	2,57 <sup>ns</sup>	40,38**
RL	3,15 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	118,89**
RQ	2,60 <sup>ns</sup>	6,97**	2,23 <sup>ns</sup>
N/K2	3,51*	9,63**	58,79**
RL	4,59*	21,53**	159,64**
RQ	2,46 <sup>ns</sup>	0,069 <sup>ns</sup>	4,41*
N/K3	4,01*	7,29**	40,12**
RL	1,89 <sup>ns</sup>	0,735 <sup>ns</sup>	81,47**
RQ	9,1**	12,169**	25,08**
N/K4	4,19*	2,51 <sup>ns</sup>	54,23**
RL	8,56**	1,13 <sup>ns</sup>	147,62**
RQ	0,205 <sup>ns</sup>	5,88*	0,002 <sup>ns</sup>
K/N1	0,21 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
K/N2	0,09 <sup>ns</sup>	2,32 <sup>ns</sup>	8,41**
RL	0,18 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	2,91 <sup>ns</sup>
RQ	0,06 <sup>ns</sup>	6,23*	22,30**
K/N3	0,65 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	3,63*
RL	0,08 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	3,096 <sup>ns</sup>
RQ	0,31 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	6,92*
K/N4	1,34 <sup>ns</sup>	6,95**	3,81*
RL	1,88 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>
RQ	1,71 <sup>ns</sup>	6,316*	0,001 <sup>ns</sup>

\*\*significativo a 1% de probabilidade; \*significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo (p>0,05). RL-regressão linear; RQ-regressão quadrática.

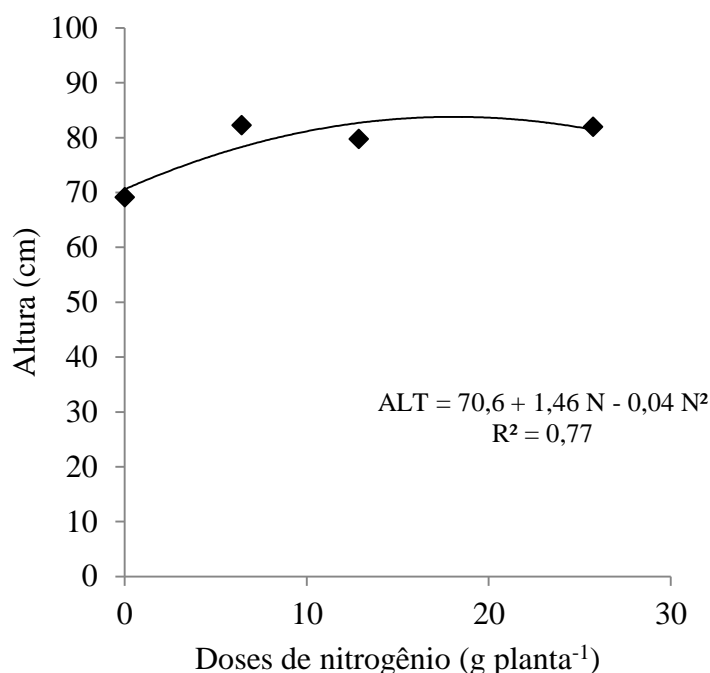


Figura 15. Altura de plantas de berinjela, cultivar Ciça, em função de doses de nitrogênio, Maringá-PR, 2016.

Os dados de DIA, foram submetidos à análise de regressão e apenas o N na dose K2 possibilitou o ajuste do modelo linear, os demais desdobramentos significativos doses de N dentro do nível K3 e doses de K dentro do nível N4, não permitiram o ajuste por não possuir significância no componente linear da regressão.

Com o incremento do nitrogênio nas plantas de berinjela na dose K2 (Figura 16), o DIA cresceu linearmente a uma taxa de 0,12 mm por grama de nitrogênio adicionada. O menor valor de DIA (13,82 mm) foi atingido com a aplicação da menor dose de nitrogênio (0 g N planta<sup>-1</sup>). A aplicação da maior dose promoveu crescimento do diâmetro de caule até 16,9 mm, correspondendo a um aumento de 22,2%.

Albuquerque et al. (2011), não encontraram diferenças significativas para a variável diâmetro de colo a partir dos 105 DAT quando aplicado doses de potássio no pimentão.

A análise de variância mostrou que houve interação significativa para área foliar total (AFT) entre as doses de nitrogênio e potássio e para aplicação de nitrogênio e de potássio de forma isolada ( $p < 0,01$ ). No desdobramento dos fatores N e K (Tabela 6), verificaram-se diferenças significativas para todas as doses de N dentro das de K. As doses de K dentro das de N proporcionaram diferenças significativas para os níveis N2, N3 e N4. Porém não foi

possível o ajuste do modelo, pois o componente linear das três equações não foram significativo ao nível de 5%.

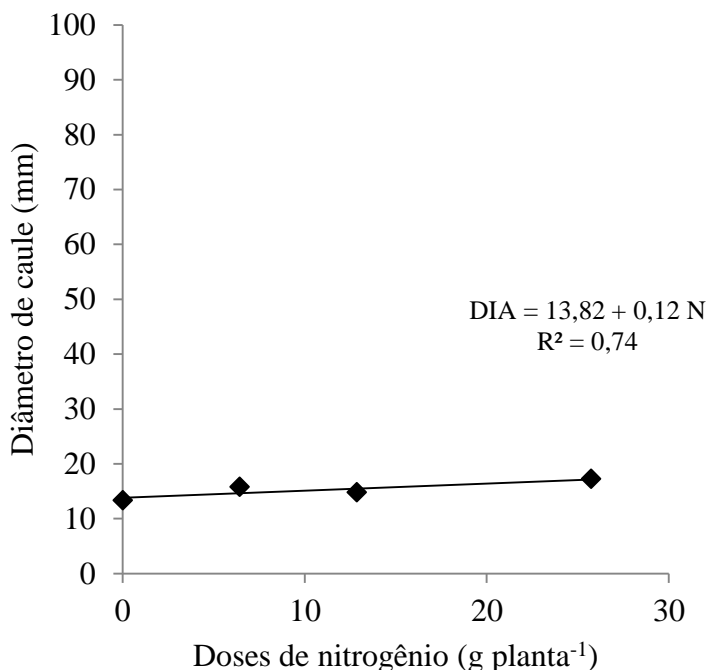


Figura 16. Desdobramento das doses de N dentro do nível K2 para diâmetro de caule para plantas de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016.

Os quatro desdobramentos de N dentro de K, foram submetidos à análise de regressão, os níveis K1 e K4 apresentaram ajuste ao modelo linear e os níveis K2 e K3, apresentaram ajuste ao modelo quadrático (Figura 17), sendo 18.974,59 cm<sup>2</sup> o maior valor atingido de AFT, utilizando a dose 25,73 g N planta<sup>-1</sup> (268 kg N ha<sup>-1</sup>), dentro nível K2. Para os quatro níveis de K os menores valores de AFT foram encontrados com a menor dose de nitrogênio (0 g N planta<sup>-1</sup>). Silva (2010) obteve 22.803,61 cm<sup>2</sup> de área foliar ao testar níveis de salinidade. O maior IAF ocorreu para uma salinidade que foi prejudicial a produtividade de berinjela. Albuquerque et al. (2011), não encontraram diferenças significativas para o índice de área foliar quando aplicado doses de potássio. Marques et al. (2014), verificaram que o número de folhas por planta de berinjela não foi alterado por efeito da aplicação de doses de potássio, apesar da alteração da atividade enzimática e da diminuição do conteúdo de proteína nas folhas, o que indicou que a berinjela pode crescer em ambiente com problemas salinos. Aminifard et al. (2010), observaram que o maior número de folhas foi obtido com as doses de

100 e 150 kg N ha<sup>-1</sup>, sendo 41,33 e 57,33 folhas, no estágio de floração e reprodução. Os valores mais baixos foram observados para o tratamento controle (0 kg N ha<sup>-1</sup>).

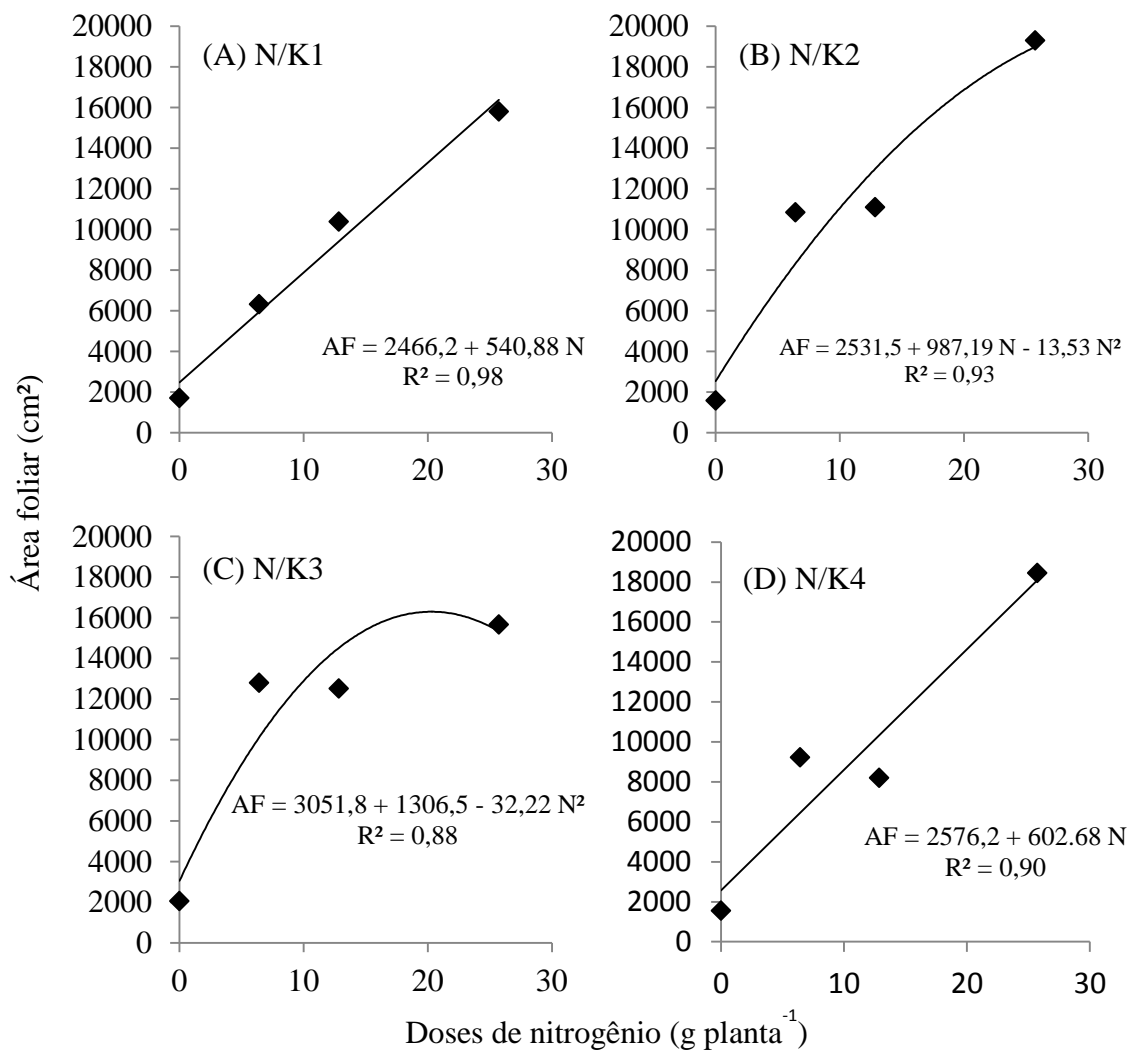


Figura 17. Desdobramento da interação N x K para área foliar para plantas de berinjela, cultivar Ciça, Maringá-PR, 2016. Doses de N dentro do nível K1 (A), nível K2 (B), nível K3 (C) e nível K4 (D).

Na Figura 18 é apresentada uma fotografia com quatro plantas de berinjela, dispostas uma ao lado da outra, seguindo a ordem da esquerda para a direita, para doses crescentes de nitrogênio (0,0; 6,43; 12,86; e 25,72 g N planta<sup>-1</sup>), as quatro receberam a dose 10,36 g K

planta<sup>-1</sup> (K3). A aplicação de diferentes doses de nitrogênio permitiu ser observada: coloração amarela para as menos nutridas, e verde escura para as mais nutridas.

A Figura 19 apresenta outras quatro plantas de berinjela dispostas uma ao lado da outra, seguindo a ordem da esquerda à direita para doses crescentes de potássio (0,0; 5,18; 10,36; e 20,73 g K planta<sup>-1</sup>), as quatro no nível N3 (12,86 g N planta<sup>-1</sup>).



Figura 18. Plantas de berinjela fertirrigadas com 10,36 g K planta<sup>-1</sup>, e doses crescentes de nitrogênio, esquerda para a direita (0,0; 6,43; 12,86 e 25,72 g N planta<sup>-1</sup>).



Figura 19. Plantas de berinjela fertirrigadas com 12,86 g N planta<sup>-1</sup> e doses crescentes de potássio, esquerda para a direita (0,0; 5,18; 10,36 e 20,73 g K planta<sup>-1</sup>).

## 5. CONCLUSÕES

As análises realizadas no presente trabalho permitiram concluir que:

Para as variáveis produtividade, número de frutos por planta, massa seca do caule, diâmetro de caule e área foliar total, houve efeito da interação entre N e K via fertirrigação;

A aplicação das doses de nitrogênio via fertirrigação na ausência de potássio, influenciou todas as variáveis de produção e de crescimento estudadas.

As doses de potássio aplicadas na ausência de nitrogênio influenciaram nas variáveis: número de frutos por planta, massa seca do caule, massa seca total e área foliar total;

Houve correlação entre produtividade e número de frutos por planta ( $R^2 = 0,78$ ), indicando que o incremento da produtividade esteve associado ao aumento da quantidade de número de frutos por planta.

Com os resultados obtidos neste estudo, foi concluído que a dose que proporciona a maior produtividade e número de frutos por planta de berinjela, está situada entre 14,0-17,0 g N planta<sup>-1</sup> (145-177 kg N ha<sup>-1</sup>).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomenda-se, para os próximos estudos, a aplicação de doses maiores referente a fertirrigação potássica na cultura da berinjela, pois as doses até  $20,73 \text{ g K planta}^{-1}$ , não influenciaram no crescimento da cultura da berinjela para as condições específicas no presente estudo.

Foi viável o emprego de microtubos, pois permite irrigação variável em plantas da mesma linha de cultivo, podendo ser empregado em estudos com fertirrigação.

A utilização de estacas de bambu, apresentou como vantagem o baixo custo em termos de aquisição. Porém este material por ser de origem orgânica, exigiu a aplicação de fungicida com a finalidade de evitar desenvolvimento de fungos e demonstrou baixa durabilidade às intempéries causadas pelo solo.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. Campinas: Instituto Agrônômico – IAC. 7 ed. n. 200, 2014. 452 p.
- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, E. F. F.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; NUNES, M. F. F. N. Crescimento e rendimento de pimentão fertigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 1, n. 7, p. 686-694, 2011.
- AMINIFARD, M.H.; AROIEE, H.; FATEMI, H.; AMERI, A.; KARIMPOUR, S. Responses of eggplant (*Solanum melongena* L.) to different rates of nitrogen under field conditions. *Journal Central European Agriculture*. v. 11, n. 4, p. 453-458, 2010.
- AMIRI, E.; GOHARI, A. A.; ESMAILIAN, Y. Effect of irrigation and nitrogen on yield, yield components and water use efficiency of eggplant. *African Journal of Biotechnology*. v. 11, n. 13, p. 3070-3079, 2012.
- ANTONINI, A. C. C.; ROBLES, W. G. R.; TESSARIOLI NETO, J.; KLUGE, R. A. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 4, p. 646-648, dezembro. 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14244: equipamentos de irrigação mecanizada; pivô central e lateral móvel providos de emissores fixos ou rotativos; determinação da uniformidade de distribuição de água. Rio de Janeiro, 1998.11 p.
- AUJLA, M. S.; THIND, H. S.; BUTTAR, G. S. Fruit yield and water use efficiency of eggplant (*Solanum melongena* L.) as influenced by different quantities of nitrogen and water applied through drip and furrow irrigation. *Scientia Horticulturae*. v. 112, p. 142-148, 2007.
- BARDIVIESSO, E. M.; COSTA, E.; BARCELOS, M. N.; BARDIVIESSO, D. M.; MURAKAMI, L. F. Crescimento de berinjela verde em diferentes substratos. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, v. 01, n. 01, p. 17-25, 2014.
- BASANTA, M. D.; DOURADO NETO, D.; GARCIA, A. G. Estimativa do volume máximo de calda para aplicação foliar de produtos químicos na cultura de milho. *Scientia Agricola*. v. 57, n. 02, p. 283-288, 2000.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de irrigação*. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- BEZERRA, F. C. *Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido*. Documento 72, Fortaleza, Embrapa agroindustrial tropical, 2003. 19p.

- BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 07, p. 730-735. 2010.
- BOZORGI, H. R. Study effects of nitrogen fertilizer management under nano iron chelate foliar spraying on yield and yield components of eggplant (*Solanum melongena* L.). *ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science*.Lahijan, v. 7. n. 4, april. 2012.
- CARDOSO, M. O.; BERNI, R. F.; KANO, C. *Produção de berinjela em solo argiloso com preparo localizado, associado à cobertura de leguminosa arbustiva e N mineral*. Comunicado Técnico 100, Manaus, Embrapa Amazônica Ocidental, 2013. 5p.
- CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B.; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE, R. J. *Fertirrigação de hortaliças*. Circular técnica, n. 32, Brasília, Embrapa Hortaliças, 2004. 12 p.
- CARVALHO, D. F.; LIMA, M. E.; OLIVEIRA, A. D.; ROCHA, H. S.; GUERRA, J. G. M. Coeficiente de cultura e consumo hídrico da berinjela em sistema de plantio direto e de preparo convencional do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 32, n. 04, p. 784-793, julho/agosto. 2012.
- CARVALHO, J. A.; SANTANA, Márcio José de. J.; PEREIRA, Geraldo Magela; PEREIRA, Joelma Rezende Durão; QUEIROZ, Tadeu Miranda de. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.). *Revista de Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 320-327, maio/agosto. 2004.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B. CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. *Cartas climáticas do Paraná*. Londrina: IAPAR, 2000.
- COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. *Quimigação: Aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação*. MAARA, EMBRAPA, CNPMS, SeteLagoas-MG. 1994.
- ELWAN, M. W. M. Ameliorative effects of di-potassium hydrogen orthophosphate on salt-stressed eggplant. *Journal of Plant Nutrition*, v. 33, p. 1593-1604, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Cultivares da Embrapa Hortaliças: (1981-2013)*. Brasília, Embrapa, 2014. 182 p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas*. Londrina: Editora Planta, 2004. 401 p.
- FAO. In: FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. Disponível em :<<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em 14 de jan. 2016.
- FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. *Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças*. 2004. 88 f. Lato Sensu (Especialização em Produção de hortaliças), Universidade Federal de Lavras-FAEPE, Lavras, 2004.

- FAVETTA, G. M.; BOTREL, T. A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de modelos. *Scientia Agricola*, v. 58, n.2, p. 427-430, abril/junho. 2001.
- FAWZY, Z. F.; EL-NEMR, M. A. SALEH, S. A. Influence of levels and methods of potassium fertilizer application on growth and yield of eggplant. *Journal of applied sciences research*. v. 3, n. 1, p. 42-49, 2007.
- FILGUEIRA, F. A. R. *Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló*. Lavras: UFLA, 2003. 333 p.
- FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; GRAÇA, R. N. Acúmulo de nutrientes e método para estimar doses de nitrogênio e de potássio na fertirrigação do pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília. v.23, n.2, p.275-280, abril/junho 2005.
- FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FARIA, M. A. Microirrigação: Gotejamento e microaspersão. Maringá: Eduem, 2012. 356 p.
- FRIZZONE, J. A.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L. *Irrigação por aspersão*. Maringá: Eduem, 2011. 271 p.
- GODOY, L. J. G.; YANAGIWARA, R. S.; BOAS, R. L. V.; BACKES, C. LIMA, C. P. Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de laranja 'pêra'. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal. v. 29, n.3, p. 420-424. Dezembro. 2007.
- HAAG, H. P.; HOMA, P. Nutrição mineral de hortaliças - IV Absorção de Nutrientes pela Cultura da Berinjela. In: Anais da Escola Superior Luiz de Queiroz, Anais da E. S.A. 'Luiz de Queiroz', Piracicaba. v. 25, 1968.
- HOCHMUTH, G. J.; HOCHMUTH, R. C.; DONLEY, M. E.; HANLON, E. A. Eggplant yield in response to potassium fertilization on sandy soil. *HortScience*. v. 28, n. 10, p. 1002-1005, October. 1993.
- KARAM, F.; SALIBA, R.; SKAF, S.; BREIDY, J.; ROUPHAEL, Y.; BALENDONCK, J. Yield and water use of eggplants (*Solanum melongena* L.) under full and deficit irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, v. 98, p. 1307-1316, 2011.
- LIMA, M. E.; CARVALHO, D. F.; SOUZA, A. P.; ROCHA, H. S. GUERRA, J. G. M. Desempenho do cultivo da berinjela em plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 06, p. 604-610, 2012.
- LOOSE, L. H.; MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LUCAS, D. D. P.; RIGHI, E. Z. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura da berinjela cultivada em estufa plástica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 03, p. 250-257, 2014.
- LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G.; LANA, M. M.; MORETTI, C. L.; HENZ, G. P. *Classificação de Hortaliças*. Brasília, Embrapa Hortaliças, 1999. 62 p.

- MAGIOLI, C.; MANSUR, E. Eggplant (*Solanum melongena* L.): tissue culture, genetic transformation and use as an alternative model plant. *Acta bot. bras.* V. 19, n. 01, p. 139-148, 2005.
- MAHOUACHI, J.; SOCORRO, A. R.; TALON, M. Responses of papaya seedlings (*Carica papaya* L.) to water stress and re-hydration: growth, photosynthesis and mineral nutrient imbalance. *PlantandSoil.* v. 281, p. 137-146, 2005.
- MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas.* Viçosa :Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARCUSSI, F. F. N.; GODOY, L. J. G. de; VILLAS BOAS, R. L. Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do pimentão baseada no acúmulo de n e k pela planta. *Irriga*, Botucatu, v.9, n.1, p 41-51, janeiro/abril. 2004.
- MARQUELLI, W. A. Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças. Circular Técnica 57. Embrapa Hortaliças, Brasília, Junho, 2008.
- MARQUES, D. J. Estresse mineral induzido por fertilizantes potássicos em plantas de berinjela (*Solanum melongena* L.) e seu efeito sobre parâmetros agrônômicos e metabólicos. 2009. 145 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- MARQUES, J. D.; BROETTO, F.; FERREIRA, M. M.; LOBATO, A. K. S.; ÁVILA, F. W.; PEREIRA, F. J. Effect of potassium sources on the antioxidant activity of eggplant. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, p. 1836-1842, 2014.
- MARQUES, J. D.; BROETTO, F.; SILVA, E. C.; CARVALHO, J. G. Dinâmica de cátions na raiz e folhas de berinjela cultivada sobre doses crescentes de potássio oriundas de duas fontes. *IDESIA*, Chile. v. 29, n. 02, p. 69-77, 2011.
- MARTINS, D. C.; VILELA, F. K. J.; GUIMARAES, R. M.; GOMES, L. A. A.; SILVA, P. A. Physiological maturity of eggplant seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 34, n. 4, p. 534-540, 2012.
- MINAMI, K.; SIMÃO, S.; MANTOVANI, W. Análise de crescimento da berinjela. In: Anais da Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, v. 37, 1980.
- MIRDAD, Z. M. Vegetative Growth Yield and Yield Components of Eggplant (*Solanum melongena* L.) as Influenced by Irrigation Intervals and nitrogen levels. *Journal of King Abdulaziz University: Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences.* v. 22, n. 1, p 31-49, 2011.
- MORADITOECHAE, M.; BOZORGI, H. R.; HALAJISANI, N. Effects of vermicompost application and nitrogen fertilizer rates on fruit yield and several attributes of eggplant (*Solanum melongena* L.) in Iran. *World Applied Sciences Journal*, v. 15, n. 2. p. 174-178, 2011.

MOURA, D. C. M.; CARVALHO, J. A. Efeitos de diferentes lâminas e teores de sais na água de irrigação sobre o desenvolvimento e produção da berinjela. *Irriga*, Botucatu, v. 19, n. 1 p. 35-45, janeiro/março. 2014.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F. Absorção de nutrientes em mudas de berinjela cultivadas em substratos alternativos. *Revista Ciência Agronômica*, v. 39, n. 04, p. 583-589, 2008.

OLIVEIRA, F. A. *Cultivo de pimentão em ambiente protegido utilizando diferentes manejos de fertirrigação*. 2012. 222 f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2012.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 05, p. 480-486, 2014.

OLIVEIRA, G. Q.; NAGEL, P. L.; LOPES, A. S.; SCHWERZ, F.; SILVA, P. A.; GOMES FILHO, R. R. Desenvolvimento radicular da berinjela irrigado e de sequeiro em diferentes formas de cultivo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 7, n. 02, p. 146-156, 2013.

PAL, S.; SAIMBIJ, M. S.; BAL, S. S. Effect of nitrogen and phosphorus levels on growth and yield of brinjal hybrids (*Solanum melongena* L.). *Journal of Vegetable Science*, v. 29, n. 1, p. 90-91, 2002.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.60, p.324-349, 2005.

PIMENTEL, A. A. M. P. *Olericultura no trópico úmido: hortaliças na Amazônia*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1985. 322 p.

RIBEIRO, A. P. O. *Influência do genótipo, agentes gelificantes, precursor (ACC) e inibidores (AVG e STS) do etileno e tipo de vedação na morfogênese in vitro de berinjela (Solanum melongena L.)*. 2006. 113 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

RIBEIRO, C. S. C. Berinjela (*Solanum melongena* L.). In: Embrapa Hortaliças, Sistemas de Produção, 3, Versão Eletrônica Nov/2007. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela\\_Solanum\\_melongena\\_L/index.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela_Solanum_melongena_L/index.html)>. Acesso em 14 de jan. 2016.

RIBEIRO, C. S. da C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Avaliação do híbrido de berinjela ‘Ciça’ por produtores e técnicos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 01, p. 49-50, março. 1999.

RIBEIRO-JORGE, P.A.R.; NEYRA, L.C.; OSAKI, R.M.; ALMEIDA, E.; BRAGAGNOLO, N. Efeito da berinjela sobre os lípides plasmáticos a peroxidação lipídica e a reversão da

disfunção endotelial na hipercolesterolemia experimental. *Arq Bras Cardiol*, Campinas, v. 70, n. 02, p.87-91.1998.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M.; WREGE, M. S. Sistema de Produção de Morango. Irrigação e fertirrigação, Monte Bonito. In: Embrapa Clima Temperado, Sistemas de Produção 5, Versão Eletrônica Nov./2005. Disponível em:<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap10.htm>> Acesso em 14 de jan. 2016.

SGANZERLA, E. *Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos*, Porto Alegre, Petroquímica Triunfo, 1986. 295 p.

SILVA, E. M. *Manejo da fertirrigação em ambiente protegido visando o controle da salinidade do solo para a cultura da berinjela*. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba 2010.

SILVA, E. M.; LIMA, C. J. G. S.; DUARTE, S. N.; BARBOSA, F. S.; MASCHIO, R. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características da berinjela cultivada em ambiente protegido. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 44, n. 01, p. 150-158, 2013.

SILVA, F. G. *Comportamento fisiológico da berinjela cultivada em ambiente protegido sob taxas de reposição hídrica*. 2012. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura Plena em Ciências Agrárias), Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha 2012.

SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; FERNANDES, H. G.; GRANJA, F. A.; SCIVITTARO, W. B. Efeito do nitrogênio e potássio na nutrição do pimentão cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 25, p. 913-922, 2001.

TIVELLI, S, W. *A cultura do pimentão*. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Org.) Produção de hortaliças em ambiente protegido. São Paulo: Fundação Editora UNESP, 1998. p.225-256.  
TRANI, P. E. *Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido*. Instituto Agrônômico de Campinas. Campinas, 2014. 25 p.

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; CARRIJO, O. A. *Fertirrigação em hortaliças*. Boletim Técnico IAC, 196. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. 51 p.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. QUANT – A software for plant disease severity assessment. In: 8th International Congresso f Plant Pathology, Christchurch, New Zealand, p. 105. 2003.

VIEIRA, D. B.; MANFRINATO, H. A. *Airrigação por gotejamento em berinjela (Solanum Melongena L.)*. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v. 31, p. 72-90. 1974.

WICHMANN, V. A. Solos da região do Arenito Caiuá, avaliação de suas propriedades físicas com vistas à produção de tijolos de solo-cimento 2010. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Campus do Arenito, Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha 2010.