



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS DE TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**FOTOSSÍNTESE E VARIÁVEIS AGRONÔMICAS EM PLANTAS DE
BERINJELA SOB INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE
HÍDRICO**

EDMAR GONÇALVES DE JESUS

POMBAL – PB

2018

EDMAR GONÇALVES DE JESUS

**FOTOSSÍNTESE E VARIÁVEIS AGRONÔMICAS EM PLANTAS DE
BERINJELA SOB INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE
HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de
Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade
Federal de Campina Grande, para obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Adriana Silva Lima

Co-Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Amaralina Celoto Guerrero

POMBAL – PB

2018

J58e

Jesus, Edmar Gonçalves de.

Fotossíntese e variáveis agronômicas em plantas de berinjela sob influência do silício na atenuação do estresse hídrico / Edmar Gonçalves de Jesus. – Pombal, 2018.

37 f. : il.

Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologias Agroalimentar.

"Orientação: Profa. Dra. Adriana Silva Leme, Dra. Amaralina Celoto Guerrero".

Referências.

1. Berinjela - Cultura. 2. Berinjela – Irrigação. 3. Berinjela – Trocas Gasosas – Clorofila. I. Leme, Adriana Silva. II. Guerrero, Amaralina Celoto. III. Título.

CDU 635.646(043)

EDMAR GONÇALVES DE JESUS

**FOTOSSÍNTESE E VARIÁVEIS AGRONÔMICAS EM PLANTAS DE
BERINJELA SOB INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE
HÍDRICO**

Monografia aprovada em 09 de março de 2018

BANCA EXAMINADORA

Orientadora - Prof.^a D. Sc. Adriana Silva Lima
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA-UAGRA)

Co-Orientadora – D. Sc. Amaralina Celoto Guerrero
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA- PPGHT/UAGRA)

Membro - Prof. D. Sc. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA-UAGRA)

Membro - M. Sc. Luderlândio de Andrade Silva
(Universidade Federal de Campina Grande - CTRN - PPGEA)

POMBAL – PB

2018

A DEUS, por sempre esta me guiando e me protegendo das adversidades da vida. Aos meus Pais, ELENITO FERREIRA DE JESUS e ROSELI GONÇALVES DA SILVA, pela vida e ensinamentos a mim concedido. A minha noiva JOSILANE DE SOUZA FERREIRA, pelo incentivo e por sempre acreditar em mim. Meus avós Reinaldo Silva, Agnalva Gonçalves e Romana Ferreira. Minhas orientadoras, Prof.^a D.Sc. ADRIANA SILVA LIMA e D.Sc AMARALINA CELOTO GUERRERO, pelos ensinamentos e amizade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por sempre estar comigo, iluminando e guiando meus caminhos e por me conceder, sabedoria, força e coragem para superar os obstáculos.

Aos meus amados pais Elenito Ferreira de Jesus e Roseli Gonçalves da Silva que com muito carinho sempre se dedicaram para que eu concluísse esta etapa da minha vida.

A minha família em especial os meus irmãos, Eugênio, Leticia, Edna, Eliana, Elisângela e Edenilton (*in memoriam*) pelo apoio.

A meus tios e tias, Maria da Conceição, Iolanda, Noel e José Aparecido.

A minha noiva Josilane de Souza Ferreira por estar sempre ao meu lado me incentivando e aconselhando.

A Escola Isaias Lemos, em especial a Sandra Macêdo, Maria Inês e Josivaldo Araújo pelos ensinamentos.

A todos do Colégio Estadual José Ribeiro de Araújo, em especial ao Prof. João José de Oliveira Neto pela amizade e conselhos.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), pela oportunidade de realização do curso. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Adriana Silva Lima, pela orientação na condução do trabalho, pelos ensinamentos, confiança, amizade e incentivo constante o meu eterno obrigado.

A todos os professores da unidade acadêmica de ciências agrárias em especial a Dr^a Amaralina Celoto Guerrero e o Prof. Dr. Josinaldo Lopes Araújo Rocha, por ter concedido a oportunidade de iniciar na atividade de pesquisa.

A todos os meus amigos em especial a Zaqueu, Joaquim, Francisco Tarcísio, Reinaldo, Jônatas, Wesio, Marlon, Maurício, Rafael, Fabrício, Emanuel, Joseano, Gilberto, Uriel, Oriel, Samanda, Janine, Mayara, Eliene, Geraldo Junior Gean, pelos momentos de descontração e incentivo nesta caminhada.

A todos o meu muito obrigado!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento, Pombal, PB. 2018.	19
Tabela 2 Trocas gasosas em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na condição de estresse hídrico de 50% da ETr ,Pombal - PB, 2018.....	22
Tabela 3 Trocas gasosas em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na ETr 100%, Pombal - PB, 2018.....	24
Tabela 4 Variáveis fotossintéticas em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, nas situações hídricas de 50 e 100% da ETr, Pombal - PB, 2018.....	27
Tabela 5 Número de folhas, diâmetro do caule e altura da planta, e aos 114 dias após a semeadura as plantas foram retiradas para avaliar a fitomassa fresca da folha, caule e parte aérea, fitomassa seca da folha, caule e parte aérea, com aplicação de doses de silício, na situação hídrica de 50% ETr, Pombal - PB, 2018.....	30
Tabela 6 Número de folhas, diâmetro do caule e altura da planta, e aos 114 dias após a semeadura as plantas foram retiradas para avaliar a fitomassa fresca da folha, caule e parte aérea, fitomassa seca da folha, caule e parte aérea, com aplicação de doses de silício aos 100% ETr, Pombal - PB, 2018.....	32

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Componentes principais (CP) para trocas gasosas em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na ETr 50%, Pombal - PB, 2018.	23
Figura 2. Componentes principais (CP) das trocas gasosas em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na ETR 100%, Pombal - PB, 2018.	25
Figura 3. Componentes principais (CP) das variáveis fotossintéticas em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na ETr 50%, Pombal - PB, 2018.	28
Figura 4. Componentes principais (CP) das variáveis fotossintéticas em plantas de Berinjela com aplicação de Doses de silício, na ETR 100%, Pombal - PB, 2018.	28
Figura 5. Componentes principais (CP) das variáveis agronômicas em plantas de berinjela, com aplicação de doses de silício, na ETr 50, Pombal - PB, 2018.....	31
Figura 6. Componentes principais (CP) das variáveis agronômicas em plantas de berinjela, com aplicação de doses de silício, na ETr 100%, Pombal - PB, 2018.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Cultura da Berinjela	13
2.2 Água na Agricultura	15
2.3 Estresse hídrico	16
2.4 Silício nas plantas e resposta a adubação silicatada	15
2.5 Interação entre silício e estresse hídrico	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local do experimento e caracterização do solo	17
3.2 Delineamento experimental, tratamento e condução do experimento	18
3.3 Variáveis Avaliadas	19
3.4 Análise estatística	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Trocas gasosas na situação hídrica de 50% da ETr	21
4.2 Trocas gasosas na situação hídrica de 100 % da ETr	23
4.3 Fluorescência da clorofila <i>a</i> nas situações hídricas de 50% e 100% da ETr	25
4.4 Variáveis Agronômicas na situação hídrica de 50 % da ETr	29
4.5 Variáveis Agronômicas na situação hídrica de 100 % da ETr	29
5. CONCLUSÃO	33
6. REFERÊNCIAS	34

RESUMO

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma cultura de grande importância econômica e social, sendo cultivada em vários países, sua produção, assim como a de todos os cultivos agrícolas, é dependente de fatores como água, nutrientes e luz. Diante disto, objetivou avaliar a fotossíntese e variáveis agronômicas em plantas de berinjela sob influência do silício na atenuação do estresse hídrico. Para tal, foi realizado experimento em casa de vegetação da Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar Campus de Pombal-PB, utilizando o delineamento experimental em blocos ao acaso, com esquema fatorial 5 x 2, compreendendo cinco doses de silício (0, 75, 150, 225 e 300 mg dm⁻³) e a duas lâminas de irrigação, 50% e 100% da evapotranspiração real (ET_r), com quatro repetições totalizando 40 unidades experimentais. O silício proporcionou atenuação do estresse hídrico no crescimento das plantas de berinjela. Para as variáveis agronômicas, as doses de 75, 150 e 300 mg dm⁻³ de silício foram as mais adequadas para atenuação do estresse hídrico. As plantas de berinjela obtiveram melhor crescimento quando se aplicou a lâmina correspondente a 100% da ET_r. A dose de silício na ordem de 225 mg dm⁻³ promoveu atenuação do estresse hídrico em relação a eficiência da carboxilação e eficiência intrínseca do uso da água. As doses de silício aplicadas nas plantas de berinjela tiveram efeito de atenuar o estresse hídrico em relação a fluorescência da clorofila *a*.

Palavras-chave: *Solanum melongena*, lâmina de irrigação, silício, trocas gasosas, clorofila *a*

ABSTRACT

The eggplant (*Solanum melongena* L.) is a crop of great economic and social importance, being cultivated in several countries, its production, like that of all agricultural crops, is dependent on factors such as water, nutrients and light. In view of this, the objective was to evaluate photosynthesis and agronomic variables in eggplant plants under silicon influence in the attenuation of water stress. For that, a greenhouse experiment was carried out at the Federal University of Campina Grande at the Center for Agro-Food Science and Technology Campus of Pombal-PB, using the experimental design in a randomized block design, with a 5 x 2 factorial scheme, comprising five doses of silicon (0, 75, 150, 225 and 300 mg dm⁻³) and to two irrigation slides, 50% and 100% of the real evapotranspiration (ETr), with four replications totaling 40 experimental units. Silicon provided attenuation of water stress on the growth of eggplant plants. For the agronomic variables, the doses of 75, 150 and 300 mg dm⁻³ of silicon were the most adequate for water stress attenuation. The eggplant plants obtained better growth when the correspondent blade was applied to 100% of the ETr. The silicon dose in the order of 225 mg dm⁻³ promoted attenuation of water stress in relation to the efficiency of the carboxylation and the intrinsic efficiency of water use. The doses of silicon applied in the eggplant plants had an effect of attenuating the water stress in relation to the chlorophyll a fluorescence.

Keywords: *Solanum melongena*, irrigation blade, silicon, gas exchange, chlorophyll

a

1. INTRODUÇÃO

A berinjela é uma olerícola de importância no Brasil e no mundo, de acordo com a FAO (2013) a produção mundial de berinjela em 2012 foi liderada pela China (28,8 mil t), seguido pela Índia (12,3 mil t) e Irã (13 mil t), sendo que dados de produção do Brasil neste mesmo ano são inexistentes. De acordo com o último censo agropecuário (IBGE, 2006), a produção brasileira de berinjela em 2006 foi de cerca de 78,217 t. Atualmente a berinjela é cultivada em uma área de 1.500 hectares no território nacional, sendo concentrada nos estados do Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo (SILVA, 2012).

Apesar da produção brasileira de berinjela ser baixa a demanda tem aumentado devido às suas características nutricionais e medicinais, como alto teor de vitamina C na composição natural, 12% de fibras alimentares e 8% de Riboflavina B2 – importante para o processamento das gorduras e para a saúde dos olhos, boca, pele e cabelo (GONÇALVES et al., 2006).

Em razão dos benefícios da berinjela descritos na literatura referente à saúde humana, o cultivo dessa hortaliça de frutos vem crescendo, sobretudo em ambiente protegido, o que torna possível sua produção e abastecimento contínuo em períodos de baixa oferta do produto no mercado alcançando, desta forma, preços mais competitivos (COSTA et al., 2011; POSSETTI et al., 2011; REIS; CAMPOSTRINI, 2008).

Nesse sistema de cultivo o comportamento fisiológico e a produtividade dos vegetais, podem ser alterados por vários fatores e entre esse se destaca o estresse hídrico como um dos mais impactantes. Diante disto, a água é o fator ambiental mais relevante para o desenvolvimento das plantas de modo que seu excesso ocasiona sérios prejuízos podendo afetar a aeração na zona radicular e a lixiviação dos nutrientes. Por outro lado a sua falta pode inibir o crescimento da planta e afetar o metabolismo fisiológico e, por fim, a produção; com isto, o manejo da irrigação deve ser adequado visando à eficiência no uso da água (BILIBIO, 2010; LIMA et al., 2010).

Diante do exposto e visando atenuar os efeitos do estresse hídrico sob as plantas de berinjela pode-se fazer o uso do silício, em que o seu fornecimento às plantas tem proporcionado uma maior tolerância ao estresse hídrico (MENECALE et

al., 2015). Entretanto ainda não há um consenso entre os pesquisadores a respeito da essencialidade do silício como nutriente de plantas.

No entanto o silício é um elemento considerado benéfico para as plantas, justamente por proporcionar vários efeitos positivos, como aumento da produção, redução da transpiração, eficiência no uso da água, tolerância ao estresse hídrico, redução do ataque de pragas e doenças, assim também como aumento da vida pós-colheita de frutas e hortaliças. (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Desta forma o objetivo desse trabalho foi avaliar a fotossíntese e variáveis agronômicas em plantas de berinjela sob influência do silício na atenuação do estresse hídrico

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da Berinjela

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é originária da Índia, Birmânia e China, foi introduzida pelos árabes na Europa, durante a Idade Média. A planta é uma solanácea perene, porém cultivada como anual. É uma planta arbustiva, com caule semilenhoso, resistente, que ultrapassa um metro de altura, sendo considerada vigorosa e apresenta ramificação lateral bem desenvolvida. O seu sistema radicular atinge profundidades superiores a um metro, embora a maioria das raízes concentra-se mais superficialmente. As flores são hermafroditas, ocorre a autofecundação e é baixa a incidência de polinização cruzada. O fruto é uma baga carnosa, de formato alongado e cor variada, usualmente escura (FILGUEIRA, 2013).

A temperatura diurna ótima para o crescimento e produção de frutos de berinjela está em torno de 25-35°C (GEORGE, 2004), adaptando bem a cultivo nas regiões tropicais e subtropicais (SEKARA et al., 2007).

A cultura da berinjela apresenta boa tolerância a solos ácidos, expressando seu maior potencial produtivo em valores de pH na faixa de 5,5 a 6,8, tendo preferência por solos de textura média, bem drenados, rico em matéria orgânica e com saturação por base na ordem de 70 % (FILGUEIRA 2013).

2.2 Água na agricultura

A agricultura utiliza cerca de 70% dos recursos hídricos, estudos preliminares da FAO (2017), têm mostrado a importância do aumento da produtividade agrícola para suprir a necessidade de alimentos para a população nos próximos anos, e isso é devido ao aumento populacional nos grandes centros urbanos, onde cada vez mais pessoas saem da zona rural e com isso deixam de produzir.

A consequência para isso é a necessidade de aumentar cada vez mais a quantidade de alimento produzido e para isso faz-se necessário utilizar a água nas plantações, água esta advinda de recursos naturais como poços artesianos, cacimbão, açudes entre outros, ambos passíveis de secarem ao longo dos anos,

caso não ocorra uma chuva na quantidade adequada ou a água não seja utilizada de maneira racional (POSSAS, 2011).

No Nordeste brasileiro a disponibilidade de água para a agricultura é considerada a menor, pois esta região possui uma precipitação média anual de 750 mm concentrada em quatro meses do ano, e uma evapotranspiração média anual de 2000 mm (DANNI-OLIVEIRA et al., 2007).

Portanto para garantir uma produção agrícola satisfatória e com segurança, a irrigação é a única prática possível, principalmente em regiões semiáridas como é o caso do semiárido nordestino onde ocorre o déficit hídrico para as plantas devido à alta taxa de evapotranspiração a qual excede a de precipitação durante a maior parte do ano (GHEYI; DIAS; LACERDA, 2010).

2.3 Estresse hídrico

A produção de plantas hortícolas é altamente dependente dos recursos hídricos, sendo que uma das principais dificuldades encontrada pela região Nordeste é a alta temperatura associado com a baixa precipitação pluviométrica, baixa umidade relativa do ar entre outros fatores (PORTELA, 2017).

Desta forma, a busca por tecnologias que possam aumentar a qualidade das plantas com maior tolerância ao estresse hídrico é de extrema importância para a comercialização e aumento de produção e produtividade. Todavia, nesta região o balanço hídrico é negativo, ou seja, o somatório das saídas de água são superiores aos de entrada, deste modo, a viabilização do cultivo de berinjela só pode ser garantido com o uso da irrigação, que pode gerar problemas ambientais e custos com os sistemas de irrigação, sendo importante usar estratégias para otimizar o uso da água (SANTOS, 2010).

Entre as estratégias, tem-se o uso do silício, que tem sido identificado como um elemento atenuante de estresses abióticos (SOUZA, 2013, TEODORO, 2015), sendo um elemento importante na estruturação das plantas, pois sua presença na parede celular pode aumentar o conteúdo de hemicelulose e lignina e conseqüentemente a rigidez dos tecidos.

Gong et al. (2008), trabalhando com doses de Si e estresse hídrico em plantas de trigo concluiu que o elemento proporcionou aumento na taxa de CO₂ assimilável

pelas folhas mediante o estresse e aumento da concentração das enzimas relacionadas ao estresse hídrico, diminuindo os impactos do estresse pela planta.

2.4 Silício nas plantas e resposta a adubação silicatada

O silício (Si) é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre, com cerca de 27% em massa, superado apenas pelo oxigênio (O₂) (MARSCHNER, 1995). O elemento não é considerado essencial para as plantas, pois não satisfaz os critérios de essencialidade estabelecidos para ser assim considerado nutriente, mas mostra efeitos benéficos em algumas espécies de plantas. No entanto a aplicação de silício proporciona o aumento da produtividade em arroz, cana-de-açúcar, milho, trigo, sorgo, aveia, milho, feijão, tomate e alface (CASTRO; CRUSCIOL, 2013b; CRUSCIOL et al., 2013; TOLEDO et al., 2011).

As plantas absorvem silício na forma de ácido monossilícico (H₄SiO₄) ou seus ânions, a sua distribuição ocorre via xilema e é dependente das taxas de transpiração dos órgãos. Esta distribuição varia de acordo com a espécie estudada, ocorre de maneira uniforme em plantas que acumulam pouco Si, e nas acumuladoras, como o arroz (*Oryza sativa*), 90% do elemento encontra-se na parte aérea (MENEZES et al., 2015).

As informações obtidas em literatura nacional e internacional sugerem que o Si tem grande potencial para ser utilizado na melhoria da produção agrícola brasileira, tendo em vista que as culturas podem se beneficiar desse elemento, minimizando os efeitos dos estresses abióticos nas plantas, sendo também uma alternativa para auxiliar na manutenção da qualidade do produto final e reduzir perdas pós-colheita. (YOSHIDA et al., 1959).

A maioria dos efeitos benéficos do Si em reduzir o estresse hídrico é atribuída à deposição de Si na parede celular das raízes, folhas e caule. Essa deposição aumenta a resistência e rigidez das paredes celulares e reduz a transpiração cuticular e aumenta a tolerância ao acamamento e a seca (MA; YAMAGI, 2006).

Além disso, aplicação de Si poderia acarretar maior estabilidade produtiva, em razão da maior tolerância ao estresse hídrico, uma vez que a quase totalidade da produção de grãos está situada em áreas com ocorrência de veranicos, principalmente na região dos cerrados. Nota-se, ainda, que a maioria dos trabalhos

realizados demonstra apenas o efeito da aplicação de corretivos na nutrição e produtividade das culturas, sem, no entanto, verificar qual componente da produção foi alterado, visto que estes podem ser alterados por condições climáticas, fertilidade do solo e práticas agrícolas, refletindo na produtividade (CASTRO, 2009).

2.5 Interação entre silício e estresse hídrico

Efeitos benéficos da adubação com silício têm sido observados em espécies vegetais, especialmente quando submetidas a estresse de natureza biótica ou abiótica. Tais efeitos são observados, principalmente, em espécies gramíneas, denominadas plantas “acumuladoras” de silício (MA et al., 2001).

De acordo com Raven (2003), quando o silício é depositado na folha, o mesmo forma uma dupla camada na parede celular da epiderme, a qual protege a planta contra o ataque de pragas e doenças, além de contribuir com a redução da evapotranspiração da cultura. Segundo Marschner (1995) o Si acumulado junto aos estômatos reduz a taxa de transpiração, diminuindo, dessa forma, o consumo de água pela planta.

Informações essa de relevância, principalmente para o nordeste brasileiro, em que a baixa precipitação pluviométrica associado com irregularidade das chuvas no decorrer dos anos tem contribuído para que ocorresse uma redução significativa da produção agrícola.

Com isso a utilização do silício na agricultura vem se tornando uma alternativa para diminuir os efeitos mitigadores do estresse hídrico, em que Jesus et al., (2018) afirma que o Si é capaz de diminuir os efeitos causados por situações hídricas adversas. Segundo Gao et al. (2005) a deposição de Si nas folhas proporcionou uma diminuição da taxa transpiratória para a cultura do trigo, submetidas a diferentes regimes hídricos. Isso evidencia o melhor aproveitamento da água disponível no solo.

Portanto, apesar de não ser um nutriente essencial para as plantas, o silício é considerado um elemento benéfico, sendo que os seus principais benefícios está relacionado com a redução da evapotranspiração, assim também como redução dos fatores bióticos como o ataque de pragas e doenças (MA; YAMAGI, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e caracterização do solo

O trabalho foi desenvolvido entre os meses de setembro e dezembro de 2016 em casa de vegetação da Universidade Federal de Campina Grande no Centro Ciências e Tecnologia Agroalimentar (UFCG/CCTA), Campus de Pombal-PB, nas coordenadas geográficas 6° 46' 16" de Latitude S e 37°49' 15" de longitude W, a uma altitude de 144 m. A temperatura média do município é de 28° C, com médias mensais oscilantes, entre 25°C, nos meses de julho/agosto, e de 27° C nos meses de janeiro/fevereiro.

O solo utilizado no experimento foi classificado como Luvisolo crômico, o qual foi coletado aleatoriamente na camada de 0-20 cm na área do CCTA, em seguida foi posto para secar ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha de 2,0 mm, as amostras de solo foram encaminhadas ao laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFCG/CCTA para sua caracterização química e física conforme procedimentos descritos em EMBRAPA (1997). Em que foi determinado o pH em CaCl₂ a 0,01 mol L⁻¹, os teores de Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³, H⁺ + Al⁺³, Na⁺, K⁺ trocáveis e P disponíveis. A caracterização física constou da determinação dos teores de areia, silte e argila, densidade do solo e densidade de partículas, capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e classe textural (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento, Pombal, PB. 2018.

Atributos químicos	Valor	Atributos físicos	Valor
pH (CaCl ₂) 1: 2,5	6,5	Areia (g kg ⁻¹)	715
P (mg dm ⁻³)	7,0	Silte (g kg ⁻¹)	213
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,52	Argila (g kg ⁻¹)	72
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,36	Ds (g cm ⁻³)	1,5
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,55	CC (% peso)	14
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,35	PMP (% peso)	6
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,0	Classe textural	Franco Arenosa
Al ³⁺	0,0		

P, K⁺ e Na⁺: Extrator Mehlich 1; H⁺+Al³⁺: Extrator acetato de Ca²⁺ 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ ; Extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; pH em CaCl₂ .

3.2 Delineamento experimental, tratamento e condução do experimento

O experimento foi realizado no delineamento experimental em blocos casualizado com esquema fatorial 5 x 2, compreendendo cinco doses de silício (0, 75, 150, 225 e 300 mg dm⁻³) e duas situações hídricas, uma simulando uma condição de estresse (50% da evapotranspiração real, ETr) e outra com (100% da evapotranspiração real, ETr). Com quatro repetições totalizando 40 unidades experimentais. Cada unidade experimental constou de um vaso contendo 12,8 L de solo com uma planta.

O solo utilizado no experimento foi peneirado, ou seja, passado em peneira com malha de 4 mm, e em seguida foi transferido para os vasos, utilizando uma proveta graduada. A semeadura da berinjela, cultivar “Embu”, foi realizada em 01/09/2016, as quais foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, utilizando como substrato a mistura comercial Tropstrato® com duas sementes por células com posterior desbaste, deixando apenas uma plântula por célula. Em 01/10/2016 foi realizado o transplântio de uma muda por vaso.

A adubação com macronutrientes (exceto N) e micronutrientes foram realizadas conforme modificação da recomendação de Malavolta (1997), para adubação em vaso, aplicando as seguintes doses em mg dm⁻³ : P = 100; K = 160; Ca = 230; Mg = 20; S = 155; B = 0,5; Cu = 1,5; Fe = 10; Mn = 4; Mo = 0,15 e Zn = 5,0 e as seguintes fontes: superfosfato simples, KCl, MgSO₄.7H₂O H₃BO₃, CuSO₄.5H₂O, Fe-EDTA, MnSO₄.4H₂O, molibdato de amônio e ZnSO₄.7H₂O, respectivamente. Na adubação potássica, foram descontadas as quantidades de K fornecidas pelo silicato de potássio, para equilibrar as doses desse nutriente entre os tratamentos.

O fornecimento do silício via foliar foi realizado mediante seis pulverizações do produto Quimifol Silício® (10% de Si + 8,3 % de K, densidade = 1,31 kg L⁻¹), as aplicações tiveram início aos sete dias após o transplântio e as demais em aplicações quinzenais, sendo que a quantidade aplicada acompanhava o desenvolvimento vegetativo da cultura, aumentando gradativamente em cada aplicação.

As soluções foram preparadas em recipientes de um litro, onde cada uma representava uma dose de silício. Como o produto utilizado para proporcionar as quantidades adequadas do elemento estudado (Quimifol) apresentava potássio em

sua composição foi necessário à utilização do fertilizante nitrato de potássio (KNO₃) para equilibrar as concentrações de nutriente nas doses inferiores de Si e ureia para proporcionar as concentrações do nitrogênio aplicadas juntamente com o KNO₃ no tratamento com silício.

Com isso, para evitar possíveis problemas com as misturas do KNO₃ com a ureia nas doses 75, 150, 225 e 300 mg dm⁻³ adotou o parcelamento das aplicações em dois dias: no primeiro dia as doses referentes ao KNO₃ o qual era aplicado foliar, e no segundo as do Quimifol+Ureia.

Para a determinação da evapotranspiração real, usou o método da lisimetria de pesagem nos tratamentos que recebiam 100% da ETr, para tanto, foi determinado o peso dos vasos na capacidade de campo (P_{cc}) a partir da saturação por capilaridade seguida de drenagem até peso constante, sendo considerado o P_{cc}, e diariamente procedeu a pesagem do peso atual (P_a) de cada vaso, com estes dados utilizou a equação 1, em que foi determinado a ETr com a divisão da subtração destes valores pela área do vaso. Para determinar a lâmina de 50 % da ETr, pegou o volume total para a lâmina de 100 % da ETr e dividiu por 2.

$$LI_{100ETR} = \frac{P_{cc} - P_a}{A} = \text{mm} \quad \text{Eq. 1}$$

3.3 Variáveis Avaliadas

Aos 73 dias após o transplântio (DAT) entre a 5 e 6 aplicação do Si determinou as trocas gasosas das plantas utilizando um analisador de gás por infravermelho (IRGA), em que foi mensurado a taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração intracelular de carbono (Ci) eficiência instantânea do uso da água (A/E) a partir da relação entre os valores de A com E (A E⁻¹) (BRITO et al., 2012), eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) e eficiência de carboxilação (A/Ci).

As medidas de trocas gasosas foram realizadas no início da manhã, das 7:00 às 9:00 horas, em todas as plantas, em uma folha completamente expandida. Seguindo os mesmos procedimentos foi utilizado o aparelho fluorômetro portátil de luz modulada para a quantificação da emissão de fluorescência da clorofila *a*, a partir do qual foi possível observar a fluorescência inicial (F₀), a fluorescência

máxima (F_m), a fluorescência variável (F_v) e o rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_v / F_m) em cada planta.

Foram avaliados também o número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e altura da planta (ALT), e aos 114 dias após a semeadura as plantas foram retiradas para avaliar a fitomassa fresca da folha (FFF), do caule (FFC) e da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da folha (FSF), do caule (FSC), e da parte aérea (FSPA).

3.4 Análise estatística

Realizou a análise multivariada de componentes principais com sete variáveis relacionadas à fotossíntese avaliadas pelo IRGA, sendo A , g_s , E , C_i , A/E , A/g_s e A/C_i , quatro variáveis da fluorescência da clorofila a , (F_0 , F_{max} , FV e FV/F_m), e nove agronômicas (NF, DC, ALT, FFF, FFC, FFPA, FSF, FSC, e FSPA); para as doses de silício e em cada lâmina de irrigação, empregando o sistema de análise estatística PAST (HAMMER et al., 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Trocas gasosas na situação hídrica de 50% da ETr

As médias dos valores de trocas gasosas determinados pelo IRGA, nas plantas de berinjelas, com aplicação foliar de doses de silício, na condição de estresse hídrico de 50% da ETr, utilizadas para gerar os autovalores e autovetores da correlação para compor os componentes principais estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 Médias de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração intracelular de carbono (Ci), eficiência instantânea do uso da água (A/E), eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) e eficiência de carboxilação (A/Ci), em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na condição de estresse hídrico de 50% da ETr, UFCG/ CCTA, Pombal - PB, 2018.

Trocas gasosas pelo IRGA	Doses de silício (mg dm ⁻³)				
	0	75	150	225	300
A (μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	9,64	2,36	1,45	2,59	1,03
gs (mol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	0,28	0,05	0,03	0,03	0,02
E (mmol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	5,18	2,58	1,10	1,48	1,00
Ci (μmol m ⁻² s ⁻¹)	245,50	273,25	263,50	174,35	251,50
A/E (mmol CO ₂ mol ⁻¹ H ₂ O)	1,86	0,92	1,33	1,75	1,03
A/g _s (μmol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹)	37,23	46,81	45,33	89,60	47,21
A/Ci (μmol m ⁻² s ⁻¹)	0,04	0,01	0,01	0,26	0,00

Coeficientes de autovetores de mesmo sinal indicam correlação positiva e sinal diferente indica correlação negativa (MORRISON, 2003). Para a eficiência instantânea do uso da água, fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração não foram observados correlação positiva quando se cultivou berinjela com a lâmina de 50% da ETr e doses de silício, em que o primeiro componente conseguiu explicar 50,57% da correlação fisiológica avaliada (Figura 1).

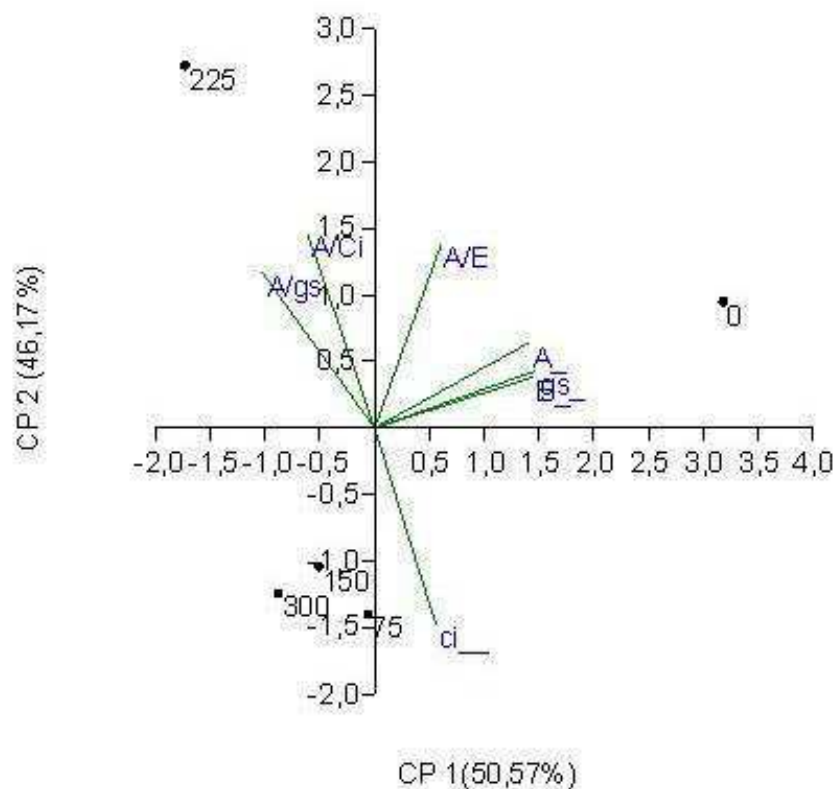


Figura 1 - Componentes principais (CP) para trocas gasosas pelo IRGA em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na ETr 50%, UFCG/ CCTA , Pombal - PB, 2018.

Porém pode se observar que mesmo as plantas de berinjela estando sob restrição hídrica e sem aplicação de Si, a eficiência do uso da água aumentou (Figura 1). Segundo Kerbauy (2008) quanto menor a disponibilidade hídrica menor também será o grau de abertura estomática, e conseqüentemente a concentração interna de carbono é menor, o que contribui para a redução da evapotranspiração, aumentando a eficiência no uso da água.

Para as variáveis eficiência de carboxilação e eficiência intrínseca do uso da água a dose de Si que proporcionou o melhor resultado foi a de 225 mg dm⁻³. Já as doses de Si na ordem de 75, 150 e 300 mg dm⁻³, se comportaram de forma negativa não havendo influencia para as variáveis avaliadas, mostrando assim um efeito do Si na eficiência da planta em utilizar a pouca água disponível. Entretanto a baixa disponibilidade hídrica se tornou um fator limitante para as variáveis fisiológicas em plantas de berinjela.

De modo geral foi observado efeito satisfatório do silício em plantas de berinjela cultivadas sob estresse hídrico apenas para as variáveis fisiológicas

eficiência da carboxilação e eficiência intrínseca do uso quando se efetuou a aplicação de 225 mg dm⁻³ de Si.

4.2 Trocas gasosas na situação hídrica de 100 % da ETr

As médias dos valores de trocas gasosas determinados pelo IRGA, nas plantas de berinjelas, com aplicação foliar de doses de silício, na situação hídrica de 100% da ETr, utilizadas para gerar os autovalores e autovetores da correlação para compor os componentes principais estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 Médias de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração intracelular de carbono (Ci), eficiência instantânea do uso da água (A/E), eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) e eficiência de carboxilação (A/Ci), em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na condição de estresse hídrico de 100% da ETr, UFCG/ CCTA, Pombal - PB, 2018.

Trocas gasosas pelo IRGA	Doses de silício (mg dm ⁻³)				
	0	75	150	225	300
A (μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	3,11	4,59	2,48	2,45	3,61
g _s (mol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	0,08	0,06	0,03	0,04	0,06
E (mmol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	1,38	1,85	1,14	1,62	2,74
Ci (μmol m ⁻² s ⁻¹)	239,75	216,50	218,00	244,50	245,50
A/E (mmol CO ₂ mol ⁻¹ H ₂ O)	2,16	2,50	1,57	1,52	1,32
A/g _s (μmol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹)	38,19	74,84	56,56	78,53	62,96
A/Ci (μmol m ⁻² s ⁻¹)	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01

Estudando os componentes principais das variáveis trocas gasosas avaliadas pelo IRGA em plantas de berinjela com aplicação de doses crescentes de silício e condições hídricas ideais, 100% da ETr (Figura 2), o primeiro componente conseguiu explicar 46,12% da correlação entre as variáveis fisiológicas, em que todas as variáveis analisadas tiveram um comportamento positivo.

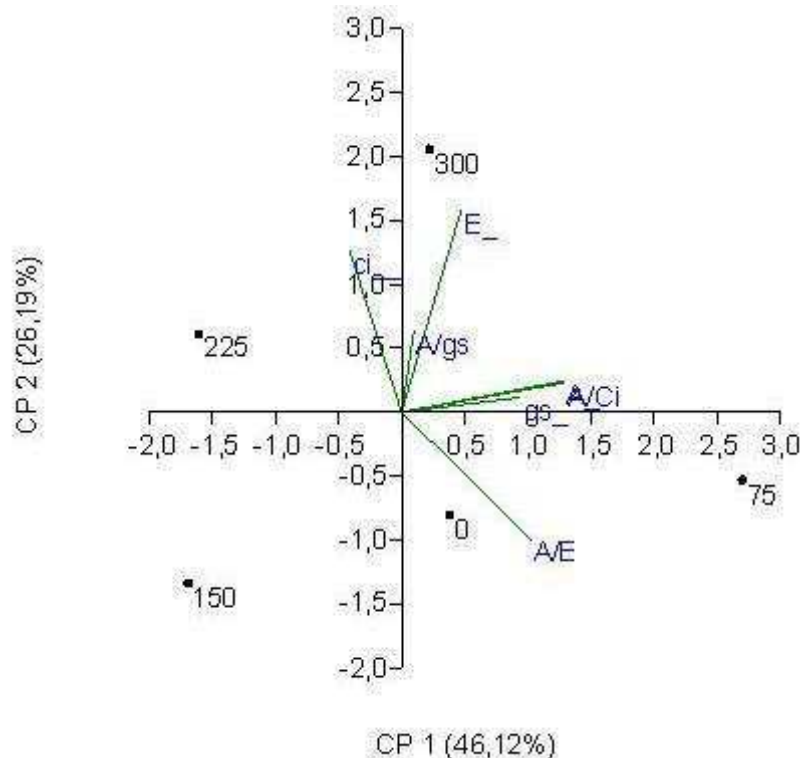


Figura 2 - Componentes principais (CP) das trocas gasosas pelo IRGA em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na ETR 100%, UFCG/ CCTA , Pombal - PB, 2018.

Pode-se observar na (figura 2), que a transpiração aumentou quando fez a aplicação da lâmina de 100 % da ETr combinada com a dose de 300 mg dm⁻³ de Si. Fato esse relatado por Lima et al., (2010), em que afirma que o comportamento estomático tem relação direta com a transpiração, os mesmos autores destacam também que em situações de ótima disponibilidade hídrica, as plantas normalmente apresentam uma alta taxa transpiratória, de modo que a medida que a água do solo se torna escassa, a planta comessa a reduzir sua transpiração para compensar a perda de água e economizar à disponível no solo.

Com relação a concentração interna de CO₂, foi observado um aumento significativo, em que a dose de Si na ordem de 225 mg dm⁻³ foi a que proporcionou uma maior concentração de CO₂ (Figura 2), e conseqüentemente uma menor abertura estomatica. Segundo TAIZ e ZAIGER, 2009 se as concentrações de CO₂ intercelulares são muito baixas, o enfluo deste componente nas células do mesófilo é restringido, assim a planta utiliza o CO₂ proviniante da respirção para manter um nível mínimo de taxa fotossintética, tornando a limitada.

Já quando se cultivou a berinjela na lâmina de 100 % da ETr, a eficiência instantânea do uso da água diminuiu, ficando assim evidente que a planta vai ter uma maior eficiência do uso da água quando estiver sob estresse hídrico.

Porém podemos observar que a eficiência instantânea da carboxilação e eficiência intrínseca do uso da água, aumentou quando se efetuou a aplicação do Si na ordem de 300mg dm^{-3} (Figura 2). Sendo assim valores elevados de concentração interna de CO_2 associados ao aumento na condutância estômica indicam um acréscimo na eficiência instantânea da carboxilação ocorrido em função da disponibilidade de ATP e NADPH e do substrato para a rubisco (SILVA et al., 2015). Deste modo a eficiência instantânea da carboxilação depende da disponibilidade de CO_2 no mesófilo foliar, quantidade de luz, temperatura e da atividade enzimática para que haja fotossíntese.

4.3 Fluorescência da clorofila *a* nas situações hídricas de 50% e 100% da ETr

As médias dos valores da fluorescência da clorofila *a*, nas situações hídricas de 50% e 100% da ETr, nas plantas de berinjelas, com aplicação foliar de doses de silício, utilizadas para gerar os autovalores e autovetores da correlação para compor os componentes principais estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 Variáveis fotossintéticas em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício nas situações hídricas de 50 e 100% da ETr, UFCG/ CCTA , Pombal - PB, 2018.

Trocas gasosas pelo IRGA				50% da ETr				
				Doses de silício (mg dm ⁻³)				
				0	75	150	225	300
Fluorescência Inicial (F0)				154,00	160,33	163,75	166,00	171,75
Fluorescência Máxima (Fm)				762,33	667,00	644,33	657,33	738,33
Fluorescência Variável (Fv)				597,67	494,25	480,00	498,00	567,67
Rendimento	Quântico	Máximo	Do	0,78	0,76	0,73	0,74	0,75
Fotossistema II (Fv /Fm)								
				100% da ETr				
Fluorescência Inicial (F0)				146,50	152,25	153,50	154,75	159,00
Fluorescência Máxima (Fm)				699,25	723,00	685,00	680,33	718,33
Fluorescência Variável (Fv)				552,75	570,50	530,67	525,00	557,00
Rendimento	Quântico	Máximo	Do	0,79	0,79	0,75	0,77	0,77
Fotossistema II (Fv /Fm)								

Em relação a fluorescência da clorofila *a*, em plantas de berinjela cultivadas com 50% da ETr e doses de Si, o primeiro componente explicou 72,01% da correlação com as variáveis fisiológicas, em que todas tiveram um comportamento positivo (Figura 3). A fluorescência inicial (F0) apresentou um efeito significativo com a aplicação de 300 mg dm⁻³ de silício tanto na lâmina de 50% da ETr (Figura 3) como na lâmina de 100% da ETr (Figura 4).

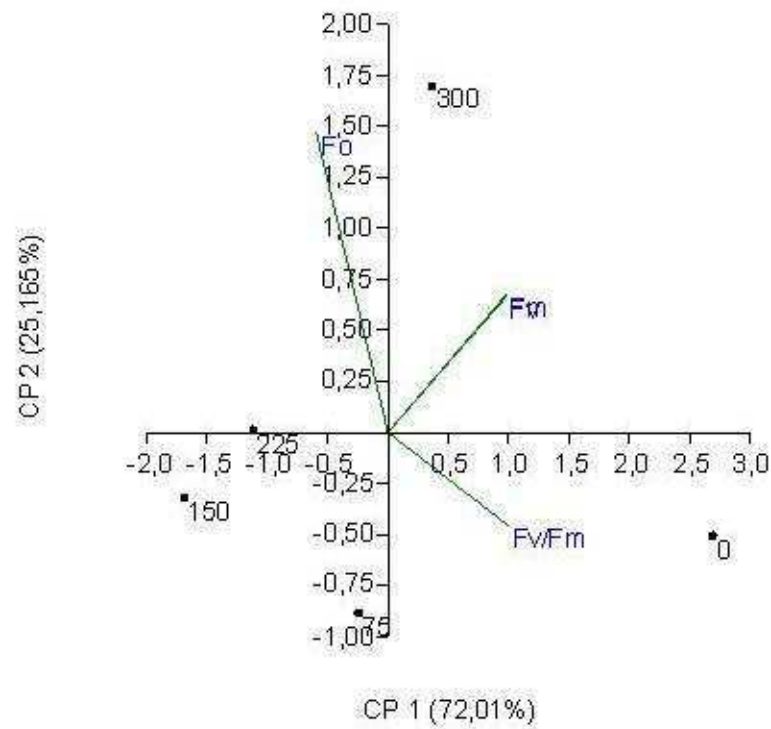


Figura 3 - Componentes principais (CP) das variáveis fotossintéticas em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na ETr 50%, UFCG/ CCTA , Pombal - PB, 2018.

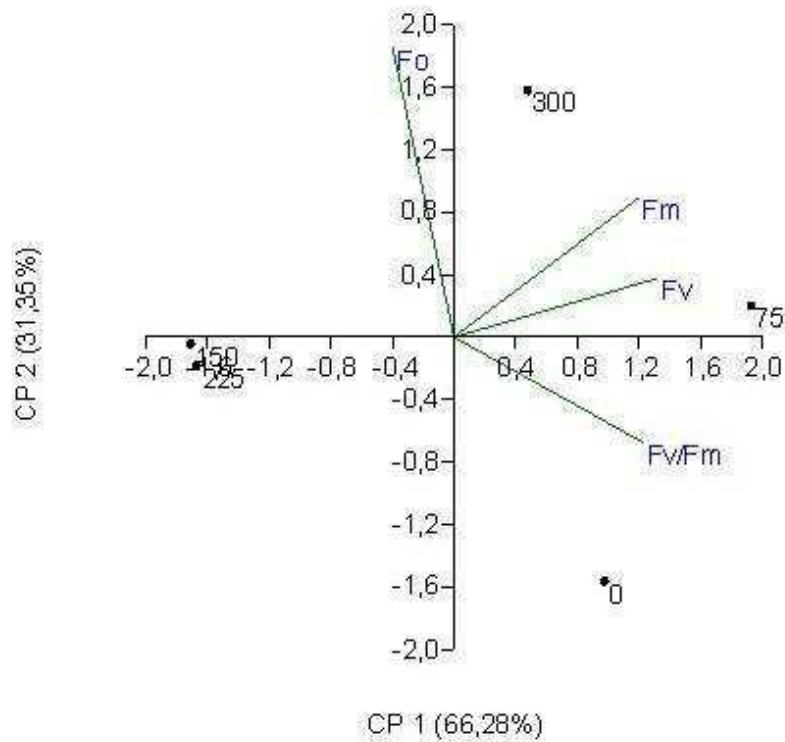


Figura 4 - Componentes principais (CP) das variáveis fotossintéticas em plantas de Berinjela com aplicação de doses de silício, na ETR 100%, UFCG/ CCTA , Pombal - PB, 2018.

Portanto a quantidade de água disponibilizada para as plantas de berinjela não interferiu na fluorescência inicial (F_o), em que a mesma indica quando todos os centros da reação estão abertos, podendo indicar que o silício teve ação direta sobre o estresse hídrico, em que mesmo as plantas estando sobre essa condição, foram observados os mesmos valores tanto para a berinjela cultivada com 50% da ETr como para 100% da ETr.

Já para a fluorescência máxima (F_m), tanto a lâmina de 50% da ETr (Figura 3) quanto para a de 100 % da ETr (Figura 4) os melhores resultados foram obtidos quando se correlacionou a dose máxima de silício 300 mg dm^{-3} . Neste sentido, Suassuna et al., (2010) afirmam que este indicador representa a intensidade máxima da fluorescência, quando praticamente toda quinona é reduzida e os centros de reações atingem sua capacidade máxima de reações fotoquímicas, sendo esse um dado interessante, visto que a aplicação de Si contribui para que mesmo sob estresse a F_m não fosse alterada.

Com relação a fluorescência variável (F_v) foi verificado que a aplicação de 300 mg dm^{-3} de Si, proporcionou uma interação entre a F_v e F_m quando cultivou a berinjela na lâmina de 50% da ETr (Figura 3). A fluorescência variável é resultante da diferença entre a F_m e F_o , deste modo diante dos resultados os maiores valores de F_m encontrados estão associados tanto as condições hídricas como as doses de silício (Figura 3 e 4), mostrando assim que mesmo a planta estando com restrição hídrica no caso das que foram cultivadas com a lâmina de 50% da ETr, não ocorreu redução da fotorredução da quinona (QA) nem no fluxo de elétrons entre os fotossistemas.

Estudando a eficiência quântica do fotossistema II (PSII) a qual é representada pela relação (F_v/F_m) em plantas de berinjela cultivadas com 50% da ETr e doses de silício, o valor máximo de $0,78 \text{ elétrons quantum}^{-1}$ foi verificado quando não se fez a aplicação do mesmo. Assim sendo, as plantas com valores de F_v/F_m inferiores a $0,75 \text{ elétrons quantum}^{-1}$ indicaram situação de estresse e redução do potencial fotossintético na planta.

Portanto o aparelho fotossintético encontrando intacto, os valores variam entre $0,75$ e $0,85 \text{ elétrons quantum}^{-1}$ (REIS; CAMPESTRINE, 2008; SANTOS, 2010; SUASSUNA et al., 2010), como foi observado na lâmina de 100% da ETr, em que os valores de F_v/F_m foram superiores a $0,75 \text{ elétrons quantum}^{-1}$ indicando assim que

as plantas analisadas não apresentaram dano fotoinibitório no fotossistema, em função da variação da disponibilidade hídrica, havendo assim efeito do silício na variável analisada.

4.4 Variáveis agronômicas na situação hídrica de 50 % da ETr

As médias dos valores variáveis agronômicas das plantas de berinjelas, na situação hídrica de 50% da ETr, com aplicação foliar de doses de silício, utilizadas para gerar os autovalores e autovetores da correlação para compor os componentes principais estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 Número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura da planta (ALT), fitomassa fresca da folha (FFF), do caule (FFC), e da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da folha (FSF), do caule (FSC), e da parte aérea (FSPA), com aplicação de doses de silício, na situação hídrica de 50% ETr, UFCG/ CCTA , Pombal - PB, 2018.

Variáveis Agronômicas	Doses de silício (mg dm ⁻³)				
	0	75	150	225	300
Número de Folhas (NF)	57,75	48,67	56,50	63,75	53,33
Diâmetro do Caule (DC) (mm)	10,15	10,09	10,17	10,08	10,38
Altura da Planta (ALT) (cm)	80,00	73,67	72,00	75,00	76,50
Fitomassa Fresca da Folha (FFF) (g)	49,08	58,75	42,03	48,77	46,64
Fitomassa Fresca do Caule (FFC) (g)	89,95	94,93	96,66	84,74	83,87
Fitomassa Fresca da Parte Aérea (FFPA) (g)	149,43	143,56	144,03	137,66	139,00
Fitomassa Seca da Folha (FSF) (g)	10,83	12,50	10,60	10,10	9,95
Fitomassa Seca do Caule (FSC) (g)	26,27	25,3 ^e	27,14	23,00	22,90
Fitomassa Seca da Parte Aérea (FSPA) (g)	37,25	36,90	34,93	33,10	32,85

Para a lâmina de irrigação de 50% da ETr, o primeiro componente conseguiu explicar 62,39% da correlação entre as variáveis agronômicas das plantas de berinjela e as doses de silício. O segundo componente explicou 22,72% (Figura 5). Estes componentes foram constituídos pela análise do NF, ALT, DC, FFF, FSF, FFPA, FFSPA, FFC e FSC.

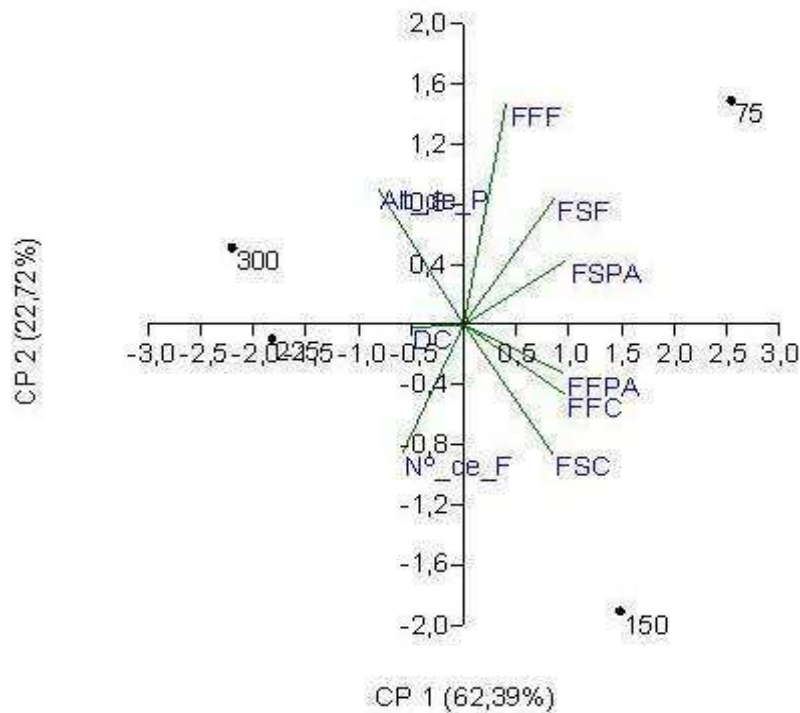


Figura 5 - Componentes principais (CP) das variáveis agronômicas em plantas de Berinjela com aplicação de doses de silício, na ETr 50 %, UFCG/ CCTA , Pombal - PB, 2018.

As variáveis que se correlacionaram positivamente com as doses de 75, 150 e 300 mg dm⁻³ de Si foram FFF, FSF, FSPA, ALT, FFPA, FFC, FSC e negativamente apenas o NF e DC, as quais proporcionaram um maior desenvolvimento das características avaliadas. Esse fato demonstra que o Si é uma importante ferramenta para ser utilizada no manejo hídrico da cultura da berinjela no semiárido paraibano, onde as altas temperaturas associados com a baixa precipitação pluviométrica tem influência direta no rendimento e produção da cultura em questão.

Uma explicação para isso é que o silício quando é depositado no tecido vegetal o mesmo cria uma película na epiderme da folha, a qual evita a perda excessiva de água para o ambiente, mantendo assim a planta hidratada por mais tempo (FERRAZ et al., 2014).

4.5 Variáveis Agronômicas na situação hídrica de 100 % da ETr

As médias dos valores variáveis agronômicas das plantas de berinjelas, nas situação hídrica de 100% da ETr, com aplicação foliar de doses de silício, utilizadas

para gerar os autovalores e autovetores da correlação para compor os componentes principais estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 Número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura da planta (ALT), fitomassa fresca da folha (FFF), do caule (FFC), e da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da folha (FSF), do caule (FSC), e da parte aérea (FSPA), com aplicação de doses de silício, na situação hídrica de 100% ETr, UFCG/ CCTA , Pombal - PB, 2018.

Variáveis Agronômicas	Doses de silício (mg dm ⁻³)				
	0	75	150	225	300
Número de Folhas (NF)	71,25	81,50	83,67	75,00	53,33
Diâmetro do Caule (DC) (mm)	12,71	12,26	12,75	12,47	11,70
Altura da Planta (ALT) (cm)	85,25	90,50	85,63	95,38	76,50
Fitomassa Fresca da Folha (FFF) (g)	52,58	51,61	33,18	27,40	40,56
Fitomassa Fresca do Caule (FFC) (g)	147,83	116,22	103,45	155,87	95,50
Fitomassa Fresca da Parte Aérea (FFPA) (g)	200,16	159,96	134,68	154,35	130,92
Fitomassa Seca da Folha (FSF) (g)	7,43	12,18	8,60	8,25	10,27
Fitomassa Seca do Caule (FSC) (g)	41,30	42,17	39,30	49,38	32,70
Fitomassa Seca da Parte Aérea (FSPA) (g)	48,73	53,73	47,90	64,13	41,75

Para os componentes principais das variáveis agronômicas em plantas de berinjela cultivadas com doses de silício e condições hídricas adequadas (100 % da ETr), o primeiro componente explicou 53,35% da variabilidade agronômica, onde apenas a FSF se posicionou negativamente (Figura 6).

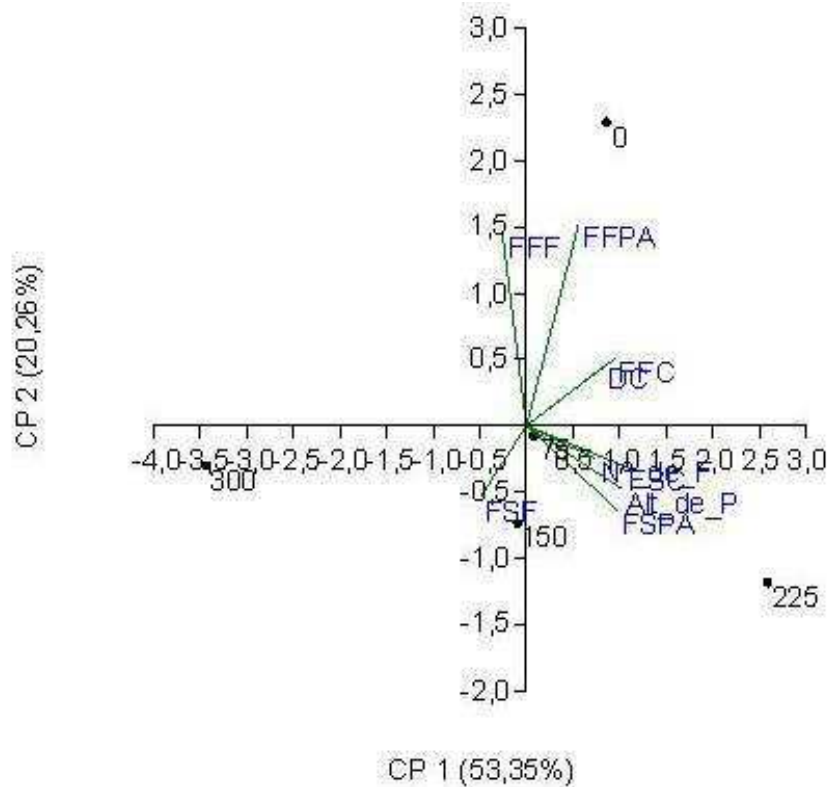


Figura 6 - Componentes principais (CP) das variáveis agrônômicas em plantas de berinjela com aplicação de doses de silício, na ETr 100%, UFCG/ CCTA , Pombal - PB, 2018.

As variáveis FFF, FFPA, FFC e DC apresentaram melhores resultados cultivadas com a lâmina de 100% da ETr, sem a aplicação de silício. Já a FSPA, ALT, NF e FSC os melhores resultados foram obtidos quando se aplicou a dose de 225 mg dm⁻³ de silício com a lâmina de 100% da ETr.

O efeito benéfico do silício com relação ao aumento do número de folhas nas plantas pode ser associado a diversos fatores indiretos que estimulam o crescimento e a produção vegetal devido à deposição deste elemento nas folhas, aumentando a rigidez das paredes celulares e redução da transpiração cuticular.

Desta forma, ocorre um aumento da quantidade de água na planta, conseqüentemente aumenta a quantidade de fotoassimilados, promovendo assim, este comportamento (JESUS *et al.*, 2018). No entanto, ficou claro que as plantas de berinjela desenvolveram melhor quanto se aplicou maior lâmina de irrigação.

5. CONCLUSÕES

O silício proporcionou atenuação do estresse hídrico no crescimento das plantas de berinjela.

Para as variáveis agronômicas, altura de plantas, fitomassa fresca e seca do caule, fitomassa fresca e seca da parte aérea, e para fitomassa fresca e seca das folhas as doses de 75, 150 e 300 mg dm⁻³ de silício foram as mais adequadas para atenuação do estresse hídrico em plantas de berinjela.

As plantas de berinjela obtiveram melhor crescimento quando se aplicou a lâmina correspondente a 100% da ETr.

As doses de silício na ordem de 225 mg dm⁻³ aplicadas nas plantas de berinjela tiveram o efeito de atenuar o estresse hídrico em relação à eficiência da carboxilação e eficiência intrínseca do uso da água.

As doses de silício aplicadas nas plantas de berinjela tiveram efeito de atenuar o estresse hídrico em relação à fluorescência da clorofila *a*.

6. REFERÊNCIAS

- BILIBIO, C. Função de produção da berinjela irrigada em ambiente protegido. Irriga, Botucatu, v.15, n.1, p. 10-22, 2010.
- BRITO, M.E.B. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, suplemento, p.857- 865, 2012.
- CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Effects of superficial liming and silicate application on soil fertility and crop yield under rotation. Geoderma, Amsterdam, v.195-196, p.234-242, 2013a.
- CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Yield and mineral nutrition of soybean, maize, and Congo signal grass as affected by limestone and slag. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 673-681, 2013b.
- CASTRO, G.S.A. Alterações físicas e químicas do solo em função do sistema de produção e da aplicação superficial de silicato e calcário. UNESP Botucatu, 2009. Dissertação Mestrado, p.160.
- COSTA, E.; DURANTE, L. G. Y.; NAGEL, P. L.; FERREIRA, C. R.; SANTOS, A. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de Produção. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.1017-1025, 2011.
- CRUSCIOL, C.A.C.; CASTRO, G.S.A.; SORATTO, R.P.; COSTA, C.H.M.; FERRARI NETO, J. Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e amendoim. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.404-410, 2013.
- DANNI-OLIVEIRA, I. M.; MENDONÇA, F. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 401 p.
- FAO. FAOSTAT: database. Disponível em <http://www.fao.org/brasil>, 2017.
- FAO. FAOSTAT: database. Disponível em <http://faostat.fao.org>, 2013.
- FERRAZ, R. L. S. et al. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica de cultivares de algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício foliar. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 735-748, mar./abr. 2014.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna, produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2013. 421 p.
- GAO, X.; ZOU, C.; WANG, L.; ZHANG, F. Silicon improves water use efficiency in Maize plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 27, n. 8, p. 1457-1470, 2005.

GEORGE, R.A.T. Vegetable Seed Production. 2nd ed. CABI, Wallingford, United Kingdom, 328p, 2004.

GHEYI, H. R.; DA SILVA D., N.; DE LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal, 2010.

GONG, H.J.; CHEN, K.M.; ZHAO, Z.G.; CHEN, G.C.; ZHOU, W.J. Effects of silicon on defense of wheat against oxidative stress under drought at different developmental stages. **Biologia Plantarum**, v.52, n.3, p.592-596, 2008.

GONÇALVES, M.C.R. et al. Modesto efeito hipolipemite do estrato seco de berinjela (*Solanum melongena* L.) em mulheres com deslipidemias, sob controle nutricional. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, V 16, p 656 – 663. 2006.

HAMMER, O., HARPER, D.A.T., AND P.D.RYAN. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica** 4(1): 9pp, 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2006. 777 p.

JESUS, E.G.; FATIMA, R.T.; GUERRERO, A.C.; ARAÚJO, J.L.; BRITO, M.E.B. Crescimento e trocas gasosas de rúcula sob adubação silicatada e restrição hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.2, p.119-124, 2018.

KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431p.

LIMA, M. A.; BEZERRA, M. A.; GOMES FILHO, E.; PINTO, C. M.; ENÉAS FILHO, J. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro anão em diferentes regimes hídricos. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, p.654-663, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000400020>

MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 11, p. 392-397, 2006.

MA, J.F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants, In: DATNOFLF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H. (Eds). Silicon in Agriculture. The Netherland, Elsevier Science, p.17-39. 2001.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos. 1997. 319p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press, 920p., 1995.

MENEGALE, M.L.C.; CASTRO, G.S.A.; MANCUSO, M.A.C. Silício interação com o sistema solo planta. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.4, n. especial, p.435-454, 2015.

MORRISON, D. F. Multivariate statistical methods. 4 ed. New York: Duxbury Press, 2003. 415 p.

PORTELA, Danylo da Silva. Desempenho da alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes lâminas de irrigação. 2017.1f. monografia (obtenção do grau de bacharel em agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, 2017.

POSSAS, J. M. C. Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão manso (*Jathopra curcas* L.) no Estado do do Pernambuco . Dissertação (Mestrado). UFRPE. 2011. 76 p.

POSSETTI, T.; DUTRA, M. B. L. Produção, composição centesimal e qualidade microbiológica de farinha de berinjela (*solanum melongena*, L.). Enciclopédia Biosfera, v.7, p.15-14, 2011.

RAVEN J.A. Cycling silicon-the role of accumulation in plant. *New Phytologist*, v.158, p.419- 421, 2003.

REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica potencial em mamoeiro do grupo ‘formosa’ cultivado em condição de campo. *Bragantia*, v.67,

SANTOS, G.O. et al. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de marinópolis, noroeste do estado de são Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.4, nº. 3, p.142–149, 2010

SEKARA A; CEBULA S; KUNICK E. Cultivated eggplants – origin, breeding objectives and genetic resources, a review. **Folia Horticulturae**, v. 19, p. 97-114, 2007

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, F.G.; DUTRA, W.F.; DUTRA, A.F.; OLIVEIRA, I.M.; FILGUEIRAS, L.M.B.; MELO, A.S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. v.19, n.10, p.946–952, 2015.

SOUZA, L. C. Osmorregulação em plantas de sorgo sob suspensão hídrica e diferentes níveis de silício. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 240-249, 2013.

SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S. DE; SOUSA, M. S. S.; COSTA, F. S.; FERNANDES, P. D.; PEREIRA, V. M.; BRITO, M. E. B. Desenvolvimento e eficiência fotoquímica em mudas de híbrido de maracujazeiro sob lâminas de água. *Bioscience Journal*, v.26, p.566-571, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TEODORO, P. E. Acúmulo de massa seca na soja em resposta a aplicação foliar com silício sob condições de déficit hídrico. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 161-170, 2015.

TOLEDO, M.Z.; CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Physiological quality of soybean and wheat seeds produced with alternative potassium sources. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, p. 363-371, 2011.

YOSHIDA, S.; OHNISHI, Y.; KITAGISHI, K. Role of silicon in rice nutrition. **Soil and Plant Food**, Tokyo, v. 5, p. 127-133, 1959.