**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**RENATO DRAGO**

**PRODUÇÃO E ESTADO NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE PEPINO JAPONÊS CULTIVADOS EM SISTEMA NFT COM DOSES DE CÁLCIO**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2016**

**RENATO DRAGO**

**PRODUÇÃO E ESTADO NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE PEPINO JAPONÊS CULTIVADOS EM SISTEMA NFT COM DOSES DE CÁLCIO**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Modalidade: trabalho científico.**

**Orientadora: Profa. Herminia Emilia Prieto Martinez**

**Coorientadoras:**

**Dra. Maria Aparecida Nogueira Sediyama**

**M.S. Deise Silva Castro Pimentel Cardoso**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2016**

**RENATO DRAGO**

**PRODUÇÃO E ESTADO NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE PEPINO JAPONÊS CULTIVADOS EM SISTEMA NFT COM DOSES DE CÁLCIO**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Modalidade: trabalho científico.**

APROVADO: 11 de Novembro de 2016.

|  |
| --- |
| Profa. Herminia Emilia Prieto Martinez(orientadora)(UFV) |

*"Uma ideia que se instala em uma cabeça em breve se torna uma resolução. E uma resolução só nos deixa em paz quando a pomos em prática."*

(O menino do dedo verde - Maurice Druon)

**AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao corpo docente, por todo o conhecimento transmitido ao longo do curso de agronomia.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) pela grande oportunidade de exercer a atividade científica.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento da pesquisa e pela bolsa concedida.

A minha orientadora de Iniciação Científica Dra. Maria Aparecida Nogueira Sediyama pelo imenso aprendizado e apoio que recebi durante a execução desta pesquisa.

A minha orientadora deste Trabalho de Conclusão de Curso Dra. Herminia Emilia Prieto Martinez pela grande contribuição na realização deste trabalho.

A minha coorientadora, a doutoranda Deise Silva Castro Pimentel Cardoso pelo grande apoio na execução e desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa.

Ao amigo Ivan Barbosa pela colaboração nas análises estatísticas deste trabalho.

A Minha esposa Olívia, pelo amor, pelo companheirismo, por resgatar o sonho de cursar agronomia e possibilitar sua realização.

**RESUMO**

O pepino (*Cucumis sativus* L.) é uma hortaliça importante na geração de empregos e renda, destacando-se também pelo interesse comercial. Para essa cultura, há demanda de aprimoramento do cultivo em sistema hidropônico e escassez de recomendações nutricionais específicas para cada material genético. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a produção e o estado nutricional de híbridos de pepino do grupo japonês, em solução nutritiva com doses de cálcio na fase reprodutiva, em sistema hidropônico (NFT). A pesquisa foi realizada em ambiente protegido na EPAMIG-Sudeste, em Viçosa-MG, e o experimento foi conduzido segundo um esquema de parcela subdividida, tendo nas parcelas as soluções e nas subparcelas os híbridos, no delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. As parcelas foram constituídas por duas soluções nutritivas, usadas na fase de frutificação, com concentrações de cálcio de S1 (100 mg/L) e S2 (200 mg/L) e as subparcelas por quatro híbridos de pepino do grupo japonês: Hokushin, Nagai, Natsumo e Tsuyataro. A solução nutritiva utilizada foi a de Castellane e Araújo (1995). Avaliou-se o estado nutricional das plantas através de análise química das folhas, altura da haste principal, índice SPAD, número de frutos, massa de matéria fresca total e matéria seca de frutos, massa de matéria fresca e matéria seca de raiz, comprimento de entrenós, massa de matéria fresca da parte aérea, índice de colheita e relação raiz/parte aérea. Fez-se o registro das temperaturas máxima, mínima e média diária, assim como UR do ar por meio de três sensores data loggers (HOBO, U14-001). Quanto à produtividade de frutos, os melhores híbridos de pepino tipo Japonês para o cultivo hidropônico são Hokushin, Natsumo e Tsuyataro. A solução que proporcionou a maior produtividade de frutos foi a S1 (100 mg/L), embora a S2 (200 mg/L) tenha apresentado maiores valores para índice SPAD, matéria seca de frutos, massa de matéria fresca da parte aérea das plantas e massa de matéria fresca de raízes. A concentração de 200 mg/L de Ca na solução nutritiva prejudica o crescimento e produção dos híbridos de pepino estudados. O híbrido Nagai tem menor índice de colheita, do que decorre sua menor produtividade.

Palavras-chave: *Cucumis sativus* L., solução nutritiva, cálcio.

**ABSTRACT**

 Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is a vegetable crop that has great important on the generation of jobs and income among the major commercial interest vegetables. However this culture needs improvements in the techniques of hydroponic cultivation especially that related to nutritional recommendations for each genetic material. The aim of this study was to evaluate nutrition and yield of cucumber hybrids of the Japanese group cultivated in a NFT system using solutions with different concentrations of calcium in the reproductive phase. The research was conducted in a greenhouse of EPAMIG-Southeast at Viçosa-MG, consisting of a split-plot, with six replicates. The plots consisted by solutions and the subplots by hybrids. The plots consisted of two nutrient solutions used in the fruiting stage with calcium concentrations of 100 mg/L and 200 mg/L, and the subplots by four cucumber hybrids of the Japanese group: Hokushin, Nagai, Natsumo and Tsuyataro. We evaluate the nutritional status of plants by chemical analysis of the leaves, height of the main stem, the SPAD index, the number of fruits, the mass of the total fresh fruit matter, the dry root matter, the mass of fresh root matter, the internode length, the dry fruit matter, the mass of fresh aerial part of the plants, harvest index and root/shoot rate. It was also done the record of daily maximum, minimum average temperatures and the air relative humidity through three sensors data loggers (HOBO, U14-001). As for the fruit yield cucumber type Japanese the best hybrids for hydroponics are Hokushin, Natsumo and Tsuyataro. The solution that provided the highest fruit yield was S1 (100 mg/L), while the S2 (200 mg/L) has shown higher values ​​for SPAD index, mass of dry fruit matter, mass of fresh aerial part of the plants and mass of fresh root matter. The concentration of 200 mg/L nutrient solution in Ca affects negatively the production of cucumber hybrids. The Nagai hybrid has lower harvest index that can be a result of its lower productivity.

Keywords: *Cucumis sativu*s L., nutrient solution, calcium.

**SUMÁRIO**

1 INTRODUÇÃO 10

2 MATERIAL E MÉTODOS 12

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 15

4 CONCLUSÕES 24

5 REFERÊNCIAS 25

1 INTRODUÇÃO

O pepino é uma hortaliça pertencente à família Cucurbitaceae, gênero *Cucumis*, espécie *C. sativus* L., com centro de origem na Índia. No Brasil o pepino se encontra entre as hortaliças de maior interesse comercial, sendo muito consumido na forma de saladas e curtido em salmoura ou vinagre. O cultivo do pepino também apresenta grande importância social, na geração de empregos e renda para os agricultores, pois demanda grande quantidade de mão-de-obra para seu cultivo e comercialização (Lopes, 1991).

A cultura do pepino é favorecida por temperaturas superiores a 20°C, sendo pouco adaptada ao cultivo sob baixas temperaturas. A baixa adaptação ao clima frio, o melhor desenvolvimento da cultura em temperaturas mais elevadas e a produção de frutos de excelente qualidade comercial foram responsáveis pelo crescimento de seu cultivo em ambiente protegido. A partir da década de 80, o pepino passou a ser uma das hortaliças mais cultivadas nesse sistema no Brasil (Cañizares, 1998; Cardoso; Wilcken, 2008).

Dentre as modalidades de cultivo em ambiente protegido, o cultivo hidropônico de hortaliças de fruto vem despertando o interesse dos produtores (Moraes; Furlani, 1999). O sucesso do cultivo no sistema hidropônico está relacionado com a adequação da solução nutritiva à cultura de interesse. A adequação da solução é ainda mais importante no cultivo de hortaliças de fruto, que diferentemente de hortaliças de folhas, apresentam, além da fase vegetativa, as fases de florescimento e frutificação e, consequentemente, relações de extração de nutrientes diferentes ao longo do ciclo da cultura (Fernandes; Martinez; Oliveira, 2002).

Outro ponto importante, no que se refere ao ajuste nutricional da cultura, está relacionado diretamente com o material genético. As cultivares modernas, a maioria delas híbridas, possuem como uma de suas características principais a grande produção vegetal e alta resposta à adubação, isso gera diferentes necessidades nutricionais de acordo com cada cultivar e essa informação não é fornecida pelos produtores de sementes. Nesse sentido, além das recomendações existentes para cada espécie, são necessários estudos para o refinamento das recomendações para cada material genético, a fim de que esses materiais possam responder de maneira adequada ao seu potencial produtivo (Furlani; Purqueiro, 2010).

Segundo Halevy *et al.* (2001), o cálcio participa de vários processos desde o crescimento até a senescência das plantas, pois está envolvido na estruturação da membrana e parede celular. Plantas com deficiência em cálcio possuem a integridade dos tecidos prejudicada, sendo muito comum o surgimento de podridão apical em hortaliças de fruto. O transporte do cálcio nas plantas se dá, predominantemente, pelos vasos do xilema e é controlado pelo movimento de água nas plantas pelo processo de transpiração. Como no ambiente protegido é comum a elevação da umidade relativa do ar, pode ocorrer redução da transpiração, ocasionando deficiência no transporte desse nutriente para os frutos ([Blanco,](http://www.cpamn.embrapa.br/soloaguaclima/doc/Flavio/CLs/CL1.pdf) 2006).

Com este trabalho, objetivou-se avaliar a produção e o estado nutricional de híbridos de pepino do grupo japonês, em soluções nutritivas com doses de cálcio na fase reprodutiva, em sistema hidropônico-NFT.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em ambiente protegido na EPAMIG-Sudeste, em Viçosa-MG, no período de março a maio de 2015. Utilizou-se o sistema hidropônico - NFT - “Nutrient film technique”, em casa-de-vegetação não climatizada, de estrutura modelo arco, com 7 m de largura e 16 m de comprimento (112 m²), com altura máxima de 4,3 m, pé-direito de 3,0 m, coberta com filme de polietileno de baixa densidade aditivado com anti-UV e anti-gotejo, de 150 μm de espessura, com fechamento lateral e frontal com tela branca tipo mosquiteiro de Nylon.

Os canais foram constituídos de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro, com 13 m de comprimento, declividade de 5% e orifícios circulares de 5,0 cm de diâmetro para colocação das plantas.

O canal de cultivo era ligado a um reservatório com tampa, com capacidade de 300 L, e o bombeamento da solução nutritiva era realizado por meio de moto bomba hidráulica, acionada por um temporizador, com circulação da solução das 7:00 às 19:00 horas, em intervalos intermitentes de 15 min. À noite (19:00 às 7:00 horas) utilizaram-se turnos de rega de 4 horas desligado e 15 minutos ligado.

O experimento foi conduzido segundo um esquema de parcela subdividida, tendo nas parcelas as soluções e nas subparcelas os híbridos, no delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. As parcelas foram constituídas por duas soluções nutritivas, usadas na fase de frutificação, com concentrações de cálcio de 100 mg/L (S1) e 200 mg/L (S2), e as subparcelas por quatro híbridos de pepino do grupo japonês: V1-Hokushin, V2-Nagai, V3-Natsumo e V4-Tsuyataro. Cada subparcela foi composta por quatro plantas espaçadas de 0,8 m entre linha, ou seja, entre os perfis hidropônicos, e por 0,5 m entre plantas, no mesmo perfil. Na fase vegetativa, utilizou-se uma única solução com concentração de cálcio de 157,5 mg/L e, na fase reprodutiva, em pleno florescimento das plantas, a solução foi substituída por soluções com as duas concentrações de cálcio descritas anteriormente.

A semeadura foi realizada no dia 12/03/2015, em espuma fenólica (2,5 x 2,5 x 3,8 cm), e irrigadas com água até a germinação. Em seguida, foram transferidas para a bandeja de pré-crescimento, onde foram irrigadas com solução nutritiva, com auxílio de uma moto bomba, em fluxo intermitente de 15 em 15 minutos, durante o período diurno. Aos 11 dias após a semeadura (DAS) as mudas foram transferidas para os canais de cultivo. As soluções nutritivas utilizadas para o pré-crescimento e desenvolvimento das plantas de pepino foram calculadas de acordo com Castellane & Araújo (1995), com as seguintes concentrações expressas em mg.L-1: N-N03 (198), N- NH4 (21), P(24), K (217,5), Ca (157,5), Mg (48), S (64), B (0,2), Cu (0,01), Fe (2,0), Mn (0,2), Mo (0,005) e Zn (0,02). Na fase reprodutiva, as concentrações estudadas de Ca foram: S1 (100 mg/L de Ca) e S2 (200 mg/L de Ca), permanecendo os demais nutrientes constantes.

Cada solução foi preparada individualmente, ou seja, os sais fertilizantes foram pesados, dissolvidos e adicionados a cada reservatório. O volume de água foi completado diariamente, seguido da medição do pH e da CE (condutividade elétrica). O pH foi monitorado e ajustado com NaOH ou HCl 1M, sendo mantido entre 5,5 e 6,5. A CE da solução nutritiva foi ajustada sempre que a depleção era superior a 30%. Na solução utilizada na fase reprodutiva, a CE foi de 2,5 dS m-1 para a S1 e 2,6 dS m-1 para a S2.

As plantas foram conduzidas com fitilhos dispostos verticalmente, até a altura de 1,8 m, onde foram presos ao fio de arame galvanizado estendido horizontalmente ao longo do ambiente protegido. A poda apical foi realizada quando as plantas apresentaram a altura máxima do fitilho. As plantas foram tutoradas individualmente, eliminando-se todas as brotações e flores até o 5º nó da haste principal. Para o controle de Oídio (*Oidium* sp.), foram feitas duas aplicações de leite cru de vaca a 10% (v/v) na fase vegetativa e, na reprodutiva, foram realizadas três aplicações com fungicida sistêmico Amistar, para controle de Míldio (*Pseudoperonospora cubensis*), segundo recomendação do fabricante (100 g ha-1). As aplicações foram realizadas no período da tarde, usando um pulverizador costal de 20 L.

Para o registro das temperaturas máxima, mínima e média diária, assim como UR do ar, foram instalados três sensores data loggers (HOBO, U14-001) posicionados aleatoriamente dentro da casa de vegetação, a 1,0 m de altura dos perfis hidropônicos, com intervalo de registro a cada 1 minuto (Figura1).

No início do florescimento das plantas, trocaram-se as soluções nutritivas, e no pleno florescimento e início da frutificação das plantas (40 DAS) foi medida a altura da haste principal (cm), o comprimento do entrenó (cm) e o índice SPAD, na folha indicadora, utilizando-se o medidor indireto portátil de clorofila (Clorofilômetro - SPAD-502), com três leituras por folha jovem, completamente expandida, entre 9:00 e 11:00 horas. Essas folhas indicadoras foram coletadas para posterior análise química (Jones Júnior et al., 1991).

Em seguida, as folhas foram secadas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até massa constante e moídas em moinho tipo Wiley. Posteriormente, levadas ao laboratório para análise dos teores de macro e micronutrientes: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) e micronutrientes: Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) (Miyazawa *et al*., 2009).

A colheita iniciou aos 52 DAS. Em cada colheita contou-se e identificou-se o número de frutos por planta. Esses foram conduzidos ao laboratório e avaliados quanto a: massa de matéria fresca total dos frutos (g/planta), matéria seca dos frutos (%) e número total de frutos por plantas. No final do experimento, as plantas foram coletadas e avaliadas quanto a: massa de matéria fresca da parte aérea (g/planta), massa de matéria fresca de raiz (g/planta) e teor de matéria seca de raiz (%). As massas de matéria fresca e seca dos frutos, das plantas e das raízes foram pesadas em balança modelo AL 500C, com precisão de 0,001 g. A partir desses dados foram analisados o índice de colheita (IC) e a relação raiz/parte aérea.

O índice de colheita foi determinado por meio da equação 1, conforme proposto por Nautyal *et al*. (2002).

 $IC=\frac{y}{p}X 100$ (1)

em que:

y – massa de matéria fresca total de frutos

p - massa de matéria fresca total da planta (parte aérea + raiz)

A produtividade por planta foi considerada pela soma da produção de frutos na área útil e dividida pelo número de plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey e F, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa para solução nutritiva x híbridos de pepino para altura de plantas, índice SPAD, matéria seca de frutos e massa de matéria fresca da parte aérea das plantas (Tabelas 1 e 2). A solução S1 proporcionou maior altura de plantas para todos os híbridos a exceção do híbrido Hokushin, que não diferiu significativamente entre as soluções (Tabela 1). Em relação aos híbridos, o Nagai apresentou maior altura de plantas em relação ao Natsumo na solução S1, sem diferir dos híbridos Hokushin e Tsuyataro. Na solução S2, o híbrido Hokushin apresentou maior altura em relação ao Natsumo e Tasuyataro, sem diferir do Nagai. Ou seja, o híbrido Natsumo apresentou menor altura de plantas tanto na S1 quanto na S2 (Tabela1).

De modo geral, a solução S2 proporcionou maior índice SPAD para todos os híbridos, à exceção do Nagai, que não diferiu significativamente entre as duas soluções. Os híbridos Natsumo e Tsuyataro apresentaram maior valor SPAD na solução S2 e o híbrido Tsuyataro na S1 (Tabela 1). Os valores médios de índice SPAD obtidos no presente trabalho (51,6) são semelhantes aos encontrados em pepino japonês (52,3 unidades SPAD) por Porto *et al*. (2014). Esses valores também são próximos aos encontrados para outras cucurbitáceas, como abobrinha (55,6 unidades SPAD) e abóbora (56,7 a 59,0 unidades SPAD), conforme citados por Porto *et al.* (2014).

Quanto ao teor de matéria seca de frutos, não houve diferença significativa entre as soluções para os híbridos Hokushin, Nagai e Natsumo. Apenas o híbrido Tsuyataro apresentou menor porcentagem de matéria seca na S1, ou seja, solução nutritiva com menor teor de Ca. Entre os híbridos, o Nagai apresentou maior porcentagem matéria seca de frutos nas duas soluções nutritivas utilizadas (Tabela 2).

A massa de matéria fresca da parte aérea das plantas foi semelhante, nas duas soluções, para a maioria dos híbridos a exceção do híbrido Nagai, que apresentou maior massa na S2. Além disso, o híbrido Nagai se destacou entre os híbridos com maior massa de matéria fresca, tanto na S1 quanto na S2 (Tabela 1).

A solução nutritiva também influenciou significativamente (p<0,5) na massa de matéria fresca de raiz, comprimento de entrenós, massa de matéria fresca total de frutos, número total de frutos e índice de colheita (Tabelas 1 e 2), sendo observados maiores valores para a solução S1 em relação a S2, exceto quanto à massa de matéria fresca de raiz, que apresentou maior valor para a S2. Para o número total de frutos por planta não houve diferença significativa entre as soluções (Tabela 2).

 No híbrido Hokushin se observou maior comprimento de entrenós em relação à Nagai e Natsumo, sem diferir significativamente da Tsuyataro (Tabela 1). O número total de frutos e a produção de massa de matéria fresca de frutos por planta foi menor para o híbrido Nagai em relação aos híbridos Hokushin, Natsumo e Tsuyataro que apresentaram os maiores valores (Tabela 2).

O híbrido Nagai apresentou o menor índice de colheita em relação aos híbridos Hokushin, Natsumo e Tasuyataro que não diferiram significativamente entre si (Tabela 2). Segundo Fancelli (2003), o índice de colheita poderá identificar a habilidade de um genótipo em destinar a produção total de matéria seca acumulada pela planta para componentes de interesse econômico. Neste contexto, pode-se inferir que o híbrido Nagai possui baixa eficiência em transferir a matéria seca acumulada pela planta para os frutos, uma vez que ele apresentou maior produção de massa de matéria fresca da parte aérea e menor produção de frutos, durante o período avaliado.

Os híbridos Hokushin e Natsumo apresentaram maiores valores para relação raiz/parte aérea, seguido dos híbridos Tsuyataro e Nagai, sendo que este último apresentou o menor valor (Tabela 2). Segundo Goss (1973), a relação raiz/parte aérea é uma correlação de desenvolvimento, que expressa o fato de que o crescimento radicular pode afetar o da parte aérea e vice-versa. Neste sentido, pode-se concluir que o híbrido Nagai possui um sistema radicular não proporcional à quantidade de massa de matéria fresca da parte aérea, uma vez que apresentou o menor valor dessa relação em comparação aos outros híbridos.

De modo geral, a dose de 200 mg/L (S2) de Ca prejudicou o crescimento e a produção dos híbridos de pepino japonês estudados quanto às avaliações de altura das plantas, massa de matéria fresca de raiz, comprimento de entrenó, massa de matéria fresca de frutos, número total de frutos e índice de colheita (Tabelas 1 e 2). Adicionalmente, o híbrido Nagai respondeu à maior dose de Ca com aumento da massa de matéria fresca da parte aérea (Tabela 1).

Jones Junior *et al.* (1991) estabelece faixas adequadas para concentração de nutrientes em folhas de pepino, no período de plena floração e frutos pequenos, em dag.kg-1: 4,5 a 6,0 para N; 0,34 a 1,25 para P; 3,9 a 5,0 para K; 1,4 a 3,5 para Ca; 0,3 a 1,0 para Mg; e 0,4 a 0,7 para S; e em mg.kg-1 de 25 a 60 para B; de 7 a 20 para Cu; de 50 a 300 para Fe; de 50 a 300 para Mn; de 0,8 a 3,3 para Mo e de 25 a 100 para Zn. De acordo com esses valores, os teores de nutrientes encontrados nas folhas estão dentro das faixas consideradas adequadas, exceto o N, que se encontra um pouco acima, e o K, que está bem abaixo da faixa estabelecida (Tabela 3).

Ainda com relação à concentração de nutrientes, houve interação significativa para solução nutritiva x híbridos de pepino somente para o micronutriente Zn. De modo geral, a solução S1 proporcionou maior concentração de Zn para todos os híbridos (Tabela 4).

A solução nutritiva influenciou significativamente (p<0,5) as concentrações dos nutrientes: N, P, Ca, Mg, Mn e Cu. A solução S1 resultou em maiores valores para os nutrientes N, Mg, Mn e Cu, já a S2 apresentou maiores concentrações para os nutrientes P e Ca (Tabelas 3 e 4). A maior concentração de cálcio encontrada na S2 é explicada pela maior concentração do elemento nesta solução em relação à S1.

A avaliação do estado nutricional das plantas indica que houve efeito negativo da maior concentração de Ca na absorção dos cátions Mg, Mn e Cu para todos os híbridos, com destaque para Mg e Mn, que apresentaram as maiores reduções comparativamente à faixa ideal estabelecida por Jones Junior *et al.* (1991). É possível que tais reduções tenham sido responsáveis pela menor produtividade de frutos obtida na solução S2 em comparação com a S1 (Tabela 2).

A concentração de Zn também se reduziu com a maior dose de Ca, exceto no híbrido Nagai (Tabela 4). Segundo Faquin (2001), a presença de altas concentrações de algum cátion no meio diminui competitivamente a absorção dos outros, possivelmente as reduções na concentração dos cátions Mg, Mn, Cu e Zn ocorreram devido à alta concentração de Ca na solução S2.

Os valores de N e B encontrados na folha indicadora, em todos os híbridos, também mostraram redução com o aumento da concentração de Ca na solução, o que provavelmente se deve a efeitos indiretos das reduções nas absorções de outros nutrientes (Tabelas 3 e 4).

Com relação aos teores de N, os híbridos que apresentaram maiores valores foram o Hokushin e Natsumo, seguido pelos híbridos Tsuyataro e Nagai (Tabela 3). Segundo Queiroga *et al*. (2007), em trabalhos realizados com cucurbitáceas, o nitrogênio está relacionado com vários processos metabólicos que influenciam diretamente a produtividade. A partir disso, pode-se inferir que o acúmulo de N pelas plantas refletiu na produtividade de cada híbrido, uma vez que a sequência encontrada para a concentração de N foi a mesma encontrada para a produtividade de cada híbrido.

De modo geral, o híbrido Hokushin, que proporcionou a maior produtividade, também apresentou os maiores teores de nutrientes nas folhas, isso demostra que esse genótipo possui maior capacidade de absorção de nutrientes em relação aos outros estudados, assim como maior conversão em produtividade de frutos.

Dentre os híbridos estudados, Nagai foi o menos produtivo, o que se deveu ao seu menor número e massa de matéria fresca de frutos (baixo índice de colheita), pois foi o que acumulou mais massa de matéria fresca da parte aérea, razão pela qual, em geral, apresentou concentrações menores de nutrientes nas folhas indicadoras, possivelmente, pelo efeito de diluição (Tabela 4 e 5).

Durante o experimento, as temperaturas médias diárias foram: mínimas entre 12,7 e 21,5°C e máximas entre 21,9 e 40,9°C. O período mais quente correspondeu ao início do experimento, entre 15 a 25 (DAS). Neste período, temperaturas máximas diárias variaram entre 29,2 e 40,9°C e as mínimas entre 18,0 a 21,5°C. Após este período, houve redução das temperaturas diárias, que coincidiu com as fases de floração e frutificação. De 26 DAS até o final do experimento, as temperaturas máximas diárias variaram entre 21,9 a 35,0°C e mínimas entre 12,7 e 20,4°C.

A faixa ideal de temperatura para a produção das plantas do pepino é de 27 a 30,0°C durante o dia e 18 a 19°C à noite, durante o crescimento vegetativo, e 27 a 28°C diurnos durante o florescimento e frutificação. Temperaturas altas podem ocasionar distúrbios fisiológicos como, por exemplo, o entortamento de frutos e o aborto de flores e frutos (Purqueiro; Tivelli, 2006). As temperaturas altas no início do experimento, aparentemente, não prejudicaram o desenvolvimento das plantas, enquanto as temperaturas durante a fase de floração e frutificação ficaram próximas à ideal para a cultura.

Constatou-se uma relação entre o surgimento de míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) nas plantas de pepino e a diminuição das temperaturas médias diárias, aliadas ao aumento da umidade relativa do ar, no interior da casa de vegetação. O surgimento da doença deu-se em torno de 50 DAS, período em que, de acordo com o registro realizado, as temperaturas mínimas permaneceram abaixo de 20°C e a umidade relativa acima de 80% (Figura 1). Esses dados estão próximos às condições favoráveis ao desenvolvimento do míldio, conforme citado por Zitter *et al*. (1996), que correspondem a temperaturas de 15 a 20°C e alta umidade relativa, pois os esporângios necessitam de água livre na folha e temperaturas baixas para germinarem e infectarem os tecidos das plantas.

**Tabela 1** - Altura de plantas (ALTP), índice SPAD, massa de matéria fresca de raiz (MMFRA), matéria seca de raiz (MSRA), massa de matéria fresca de parte aérea (MMFPA) e comprimento de entrenó (CE) de pepino japonês cultivado com doses de Ca (S1- 100 mg/L e S2- 200 mg/L) em sistema hidropônico NFT

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Híbridos | **ALTP (cm)** |   | **SPAD** |
|  S1  | S2 | Média |  S1  | S2 |
| Hokushin | 153,72 | Aab | 151,5 | Aa | 152,61 | 47,2 | Bb | 49,8 Ab |
| Nagai | 168,15 | Aa | 145,17 | Bab | 156,66 | 49,0 | Ab | 50,8 Ab |
| Natsumo | 143,74 | Ab | 121,67 | Bc | 132,7 | 49,2 |  Bb | 57,3 Aa |
| Tsuyataro | 151,46 | Aab | 128,83 | Bbc | 140,15 | 53,3 | Ba | 56,3 Aa |
| Média\* | 154,27 | 136,79 |   | 49,7 | 53,5 |
| CV\*\* | 8,2 |   | 3,7 |
| CV (a) |   |   |   |   |   |   |   |   |
| CV (b) |   |   |   |  |  |   |   |   |
| Híbridos | **MMFRA (g/planta)** | **MSRA (%)** |
|  S1  |   | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |
| Hokushin | 313,33 | 389,44 | 351,39 a | 4,61 | 4,69 | 4,65 a |
| Nagai | 295,83 | 395,00 | 345,42 a | 5,49 | 5,49 | 5,49 a |
| Natsumo | 265,00 | 303,33 | 284,17 a | 4,57 | 4,71 | 4,64 a |
| Tsuyataro | 302,50 | 315,56 | 309,03 a | 4,70 | 4,89 | 4,79 a |
| Média\* | 294,17 B | 350,83 A |   | 4,84 | 4,94 |   |
| CV\*\* |   |   |   |   |   |   |   |   |
| CV (a) | 15,9 |  |  |  |  |
| CV (b) | 12,6 |  | 7,9 |  |
| Híbridos | **MMFPA (g/planta)** | **CE (cm)** |
|  S1  | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |
| Hokushin | 785,0 | Ab | 906,7 | Ab | 845,5 | 11,10 | 8,86 | 9,98 a |
| Nagai | 1176,7 | Ba | 1554,5 | Aa | 1365,6 | 10,34 | 7,63 | 8,98 b |
| Natsumo | 682,2 | Ab | 663,3 | Ac | 672,8 | 10,01 | 7,23 | 8,62 b |
| Tsuyataro | 739,2 | Ab | 811,6 | Abc | 775,4 | 10,37 | 7,99 | 9,18 ab |
| Média\* | 845,8 | 984,0 |   | 10,46 A | 7,93 B |  |
| CV\*\* | 14,6 |   |   |   |
| CV (a) |   |   |   |   |   | 4,5 |   |
| CV (b) |   |   |   |   |  | 7,6 |   |

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de variação composto da interação.

**Tabela 2** – Número total de frutos (NFT), massa de matéria fresca total de frutos (MMFTF), matéria seca de frutos (MSF), índice de colheita (IC) e relação raiz/parte aérea (RAIZ/PA) de pepino japonês cultivado com doses de Ca (S1- 100 mg/L e S2- 200 mg/L) em sistema hidropônico NFT

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Híbridos** | **NTF** |  | **MMFTF (g/planta)** |   |
|  S1  | S2 | Média | S1 | S2 | Média |
| Hokushin | 11,92 | 11,25 | 11,58 a | 1987,83 | 1817,39 | 1902,61 a |
| Nagai | 7,29 | 5,92 |  6,60 b | 1166,36 | 708,96 | 937,66 b |
| Natsumo | 15,13 | 11,17 | 13,15 a | 1872,09 | 1508,47 | 1690,28 a |
| Tsuyataro | 12,63 | 10,75 | 11,69 a | 1825,61 | 1275,16 | 1550,39 a |
| Média\* | 11,74 A |  9,77 A |   | 1712,97 A | 1327,50 B |   |
| **CV**\*\* |   |   |   |   |   |  |  |   |
| **CV (a)** | 25,5 |   | 22,6 |  |
| **CV (b)** |  16,9 |   | 19,4 |  |
| **Híbridos** | **MSF (%)** |   | **IC** |   | **RAIZ/PA** |   |
| S1 | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |
| Hokushin | 2,6 | Ab | 2,5 | Abc | 2,55 | 185,49 | 140,68 | 163,08 a | 0,40 | 0,43 | 0,42 ab  |
| Nagai | 4,5 | Aa | 4,9 | Aa | 4,7 | 80,88 | 35,77 | 58,33 b | 0,25 | 0,26 |  0,25 c |
| Natsumo | 2,6 | Ab | 2,2 | Ac | 2,4 | 205,90 | 157,39 | 181,64 a | 0,39 | 0,46 | 0,43 ab |
| Tsuyataro | 2,2 | Bb | 3,1 | Ab | 2,65 | 176,57 | 114,36 | 145,47 a | 0,42 | 0,39 |  0,40 b |
| Média\* | 3,0 | 3,2 |   | 162,21 A | 112,05 B |   | 0,36 |  0,39 |   |
| **CV**\*\* | 14,3 |   |   |   |   |   |  |
| **CV (a)** |   |   |   |   |  | 29,7 |   |  |  |
| **CV (b)** |   |   |   |   |   | 23,6 |   | 13,8 |  |

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de variação composto da interação.

**Tabela 3**– Concentração de macronutrientes (dag/kg) em folhas de híbridos de pepino japonês cultivados em sistema hidropônico com doses de Ca (S1- 100 mg/L e S2- 200 mg/L)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Híbridos** | **N** |   | **P** |   | **S** |   |
|  S1  | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |
| Hokushin | 6,85 | 6,55 | 6,7 a | 1,06 | 1,20 | 1,12 a | 0,50 | 0,46 | 0,47 a |
| Nagai | 6,30 | 6,09 | 6,19 c | 0,94 | 1,03 | 0,98 b | 0,39 | 0,44 | 0,41 b |
| Natsumo | 6,81 | 6,40 | 6,6 ab | 0,87 | 0,98 | 0,92 b | 0,38 | 0,36 | 0,36 c |
| Tsuyataro | 6,61 | 6,30 | 6,45 a | 1,01 | 1,14 | 1,07 a | 0,46 | 0,48 | 0,46 a |
| Média\* | 6,64 A | 6,34 B |   | 0,97 B | 1,09 A |   | 0,43 | 0,44 |   |
| **CV**\*\* |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| **CV (a)** | 4,5 |  |   | 13,2 |  |   |   |   |
| **CV (b)** | 3,6 |  |   | 10,3 |  | 10,3 |  |
| **Híbridos** | **K** |   | **Ca** |   | **Mg** |
|  S1  | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |
| Hokushin | 2,56 | 2,37 | 2,46 a | 2,21 | 2,88 | 2,54 | 0,76 | 0,52 | 0,63 a |
| Nagai | 1,99 | 2,23 | 2,11 b | 2,26 | 2,76 | 2,51 | 0,73 | 0,52 | 0,62 a |
| Natsumo | 2,03 | 2,13 | 2,08 b | 2,05 | 2,71 | 2,38 | 0,67 | 0,47 | 0,56 b |
| Tsuyataro | 2,10 | 2,28 | 2,19 b | 2,54 | 2,74 | 2,64 | 0,76 | 0,49 | 0,62 a |
| Média\* | 2,21 | 2,25 | 2,26 B | 2,77 A |   |  0,73 A | 0,50 B |  |
| **CV**\*\* |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| **CV (a)** |   |  | 12,0 |  | 11,8 |   |
| **CV (b)** | 13,8 |  |   |  | 7,8 |   |

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de variação composto da interação.

**Tabela 4**– Concentração de zinco, cobre, manganês e boro (mg/kg) em folhas de híbridos de pepino japonês cultivados em sistema hidropônico com doses de Ca (S1- 100 mg/L e S2- 200 mg/L)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Híbridos** | **Zn** |   | **Cu** |   |
|  S1  | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |
| Hokushin | 22,2 Aa | 18,7 Ba | 20,4 | 13,50 | 12,00 | 12,75 a |
| Nagai | 16,7 Ab | 16,0 Ab | 16,3 | 7,83 | 7,67 | 7,75 b |
| Natsumo | 23,0 Aa | 18,8 Ba | 20,8 | 12,00 | 11,00 | 11,5 a |
| Tsuyataro | 21,7 Aa | 18,7 Ba | 20,2 | 12,00 | 11,00 | 11,5 a |
| Média\* | 20,90 | 18,00 |   | 11,3 A | 10,4 B |   |
| **CV**\*\* | 14,4 |   |   |   |   |
| **CV (a)** |   |   |   | 12,0 |  |
| **CV (b)** |   |   |   | 12,4 |  |
| **Híbridos** | **Mn** |   | **B** |   |
|  S1  | S2 | Média |  S1  | S2 | Média |
| Hokushin | 87,17 | 71,00 | 79,08 b | 33,03 | 30,47 | 31,75 |
| Nagai | 82,67 | 67,67 | 75,16 b | 31,77 | 27,67 | 29,71 |
| Natsumo | 75,83 | 63,00 | 69,41 c | 33,17 | 30,53 | 31,85 |
| Tsuyataro | 95,33 | 73,33 | 84,33 a | 42,27 | 36,47 | 39,36 |
| Média\* | 85,2 A | 68,7 B |   | 35,0 A | 31,3 B |   |
| **CV**\*\* |   |   |   |   |   |   |
| **CV (a)** | 12,9 |  | 11,0 |  |
| **CV (b)** | 8,9 |  | 11,4 |  |

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de variação composto da interação.

Figura 1 - Variação média diária da temperatura máxima, da temperatura mínima e da umidade relativa do ar, medida no interior do ambiente protegido, durante o período de condução do experimento. Viçosa, EPAMIG, 2016.

4 CONCLUSÕES

Quanto à produtividade de frutos os melhores híbridos de pepino tipo Japonês para o cultivo hidropônico são Hokushin, Natsumo e Tsuyataro.

A solução nutritiva que proporcionou a maior produtividade de frutos foi a S1, embora a S2 tenha apresentado maiores valores para índice SPAD, matéria seca de frutos, massa de matéria fresca da parte aérea das plantas e massa de matéria fresca de raízes.

A concentração de 200 mg/L de Ca na solução nutritiva prejudica o crescimento e produção dos híbridos de pepino estudados.

O híbrido Nagai tem menor índice de colheita, do que decorre sua menor produtividade.

5 REFERÊNCIAS

[BLANCO, F. F. **Fertirrigação na cultura do pepino.** In: BOARETTO, A. E.; VILLAS BÔAS, R. L.; SOUSA, V. F.; PARRA, I. R. V. (Ed.) Fertirrigação: teoria e prática. Piracicaba: EMBRAPA, p.305-330, 2006.](http://www.cpamn.embrapa.br/soloaguaclima/doc/Flavio/CLs/CL1.pdf)

CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. **Crescimento e produção de híbridos de pepino em função da enxertia.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 16, n. 2, p. 110-113, 1998.

CARDOSO, A. I. I.; WILCKEN, S. R. S. **Nematoides assustam produtores de tomate e pepino.** Campo & Negócio, Uberlândia, n. 34, p. 38-39, 2008.

CASTELLANE, P.D.; ARAUJO, J.A.C. de. **Cultivo sem solo: hidroponia.** Jaboticabal: FUNEP, p. 43, 1995.

FANCELLI, A. L. **Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento**. Piracicaba, São Paulo. Departamento de Produção Vegetal. São Paulo: ESALQ/USP, 2003, 9p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 182p, 2001.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; OLIVEIRA, L.R. **Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional de plantas de pepino cultivadas em hidroponia, em função das fontes de nutrientes.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 4, p. 571-575, 2002.

FURLANI, P. R.; PURQUERIO, L. F. V. **Avanços e desafios na nutrição de hortaliças.** In: PRADO, R. M.; CECILIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R.; PUGA, A. P. (Ed.). Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças. Jaboticabal: FCAV/Fapesp/CAPES/FundUnesp, p. 45-62, 2010.

GOSS, J. A. **Physiology of plants end their cells**. New York: Pergamon. p.457. 1973.

HALEVY, A. H.; TORRE, S.; BOROCHOV, A.; PORAT, R. **Calcium in regulation of postharvest life of flowers**. Acta Horticulturae, Leiden, v. 543, p. 345-341, 2001.

JONES JUNIOR, J.B.; WOLF, B. & MILL, H.A. **Plant analysis handbook.** Athens, Micro-macro Publishing, p.181- 213, 1991.

LOPES, J.F. I **Simpósio Brasileiro sobre cucurbitáceas: Palestra de Abertura**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.9, n.2, p.98-99, 1991.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T.et al. **Análise química de tecido vegetal.** In: SILVA, F. C. da (Org.) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília-DF:Embrapa, p.191-233, 2009.

MORAES, C.A.G.; FURLANI, P.R. **Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.105-113, 1999.

NAUTYAL, P. C.; NAGESWARA-RAO, R. C.; JOSHI, Y. C. **Moisture deficit induced change in leaf water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area.** Field Crops Research, v.74, p. 67-79, 2002.

PÔRTO, M.L.A.; PUIATTI, M.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; ALVES, J.C. **Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura do pepino japonês em ambiente protegido**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.32, n. p.292-296, 2014.

PURQUERO L. F. V; TIVELLI S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. Disponível em: < http://www.iac.sp.gov.br/imagem\_informacoestecnologicas/58.pdf> Acesso em: 28 set. 2016.

ZITTER, T.A., HOPKINS, D.L. & THOMAS, C.E. **Compendium of cucurbit diseases.** Saint Paul MN. American Phytopathological Society. P. 87, 1996.