

ESTUDO COMPARATIVO DE CULTIVO DE TOMATE NA FORMA TRADICIONAL E DA ELABORAÇÃO DE SUBSTRATO ENRIQUECIDO COM ZEÓLITAS

José Orion Bonotto Filho¹

Dr. Thiago Fernandes Aquino²

Resumo: O tomate é uma das mais importantes hortaliças no mundo, tanto na área cultivada como no seu valor comercial. O Brasil ocupa o oitavo lugar entre os países produtores, sendo esta hortaliça a segunda em importância econômica no país. Os frutos destinam-se especialmente para o processamento, mas também para o consumo individual. Com base neste cenário, o objetivo deste trabalho foi avaliar o cultivo de tomates e o desempenho da produção utilizando substrato enriquecido com zeólitas. Assim, a avaliação da qualidade dos frutos de tomate tipo Cereja Tigre *Lycopersicon lycopersicum*, foi realizada utilizando substrato enriquecido com zeólitas com alta concentração de potássio e fósforo nas seguintes dosagens em relação à demanda de K e P para o cultivo de tomate cereja (0 %; 25 %; 50 %; 75 %; 100 %; 125 % 150 % 200 %). Foram avaliados a produção do fruto em sacos de cultivos, firmeza, sólidos totais. Também, avaliação qualitativa quanto a cor, sabor o dor e aparência do fruto. conclui-se que a maior concentração de P e K (200 e 175%) possuem maior interação quanto as necessidades da planta o diâmetro do caule ser coerente a altura da planta e todo suporte nutricional mostrou tanto sua produtividade quanto a resistência imunológica. conclui-se que a maior concentração de P e K (200 e 175%) possuem maior interação quanto as necessidades da planta o diâmetro do caule ser coerente a altura da planta e todo suporte nutricional mostrou tanto sua produtividade quanto a resistência imunológica.

Palavras-Chave: tomate cereja, . fertilizantes sólidos, zeólitas..

1 INTRODUÇÃO

Os fertilizantes são um dos principais insumos agrícolas e têm como fonte de matéria-prima produtos petroquímicos e da exploração mineral. Destaca-se a importância dos fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, que constituem a mistura de NPK. O consumo de fertilizantes no Brasil está concentrado em algumas

¹ Graduando em Engenharia de Química. E-mail: jbonottof@gmail.com

² Prof. do Centro Universitário UniSATC. E-mail: Thiago.aquino@satc.edu.br

culturas, principalmente soja e milho, que no seu conjunto representam mais da metade da demanda nacional. (DIAS, 2006).

A dependência da economia nacional em relação ao setor agrícola, indica a volatilidade da procura e de fertilizantes no Brasil, uma vez que os produtos agrícolas de base possuem variações súbitas nos preços internacionais, o que aumenta os custos devida à taxa de câmbio. Em decorrência do elevado grau de importações, a procura de fertilizantes tem um impacto considerável sobre a balança comercial brasileira. De acordo com os dados da (Anda) Associação Nacional para a Difusão de Fertilizantes, as importações destes insumos representam um déficit de 8 milhões de dólares na balança comercial de químicos em 2005 (LIMA, 2007).

As 3 propriedades principais destes minerais, que são a alta capacidade de troca de cátions, alta capacidade de retenção de água livre nos canais, e a alta habilidade na captura de íons, conferem-lhes grande interesse para uso na agricultura. Dentre as variadas opções de materiais possíveis de atuar como fonte de macronutrientes estão as zeólitas, que podem atuar na melhoria da eficiência do uso de nutrientes através do aumento da disponibilidade de P de rocha fosfática, no melhor aproveitamento do N (NH_4^+ e NO_3^-) e redução das perdas por lixiviação dos cátions trocáveis (especialmente K^+). Zeólitas tem sido utilizadas também no cultivo zeopônico de plantas em substrato artificial e misturados a rochas fosfáticas, o qual funciona como um sistema de liberação controlada e renovável de nutrientes para as plantas (BERNARDI; ALBERTO C, 2007).

Para atender a necessidade de aumento de produção vegetal, surgiram novos sistemas de cultivo, em alternativa ao sistema tradicional no campo, como os protegidos (túneis e estufas) e o hidropônico. Apesar dos benefícios do uso das zeólitas, ainda não existem no país rotinas de exploração e processamento deste mineral, as quais poderiam levar o desenvolvimento para regiões pouco desenvolvidas, onde estão as ocorrências deste mineral (REZENDE; ANGÉLICA, 1999). Esta prática pode inclusive, futuramente, estimular o surgimento de uma cadeia envolvendo a exploração, transformação e comercialização do produto.

O conceito agroindustrial implica no manejo, preservação e transformação industrial das matérias primas provenientes da agricultura, pecuária, do setor florestal e o pesqueiro, orientando-as para um uso específico do consumidor, sendo que todos fazem parte do emaranhado do sistema agroalimentar. Este conceito sinaliza a ideia

de integração entre a produção de matérias primas e seu nível ou grau de transformação. Esta integração obriga o produtor de matérias primas a especializar-se e aplicar a tecnologia apropriada para ter êxito, já que sua empresa agroindustrial depende do êxito nas decisões tomadas. O desenvolvimento e a produtividade das plantas são processos complicados que dependem da interação de fatores genéticos, fisiológicos e ambientais (AGHAIE, 2018).

A tomaticultura é considerada, entre os produtores e pesquisadores, uma cultura de alto custo de produção, exigente com relação a adubação, controle fitossanitário e demanda de água, consumindo de 300 a 600 mm de água, dependendo do clima (SILVA et al., 2003).

A condução em campo de tomate industrial se torna difícil, pois é uma cultura que exige tratamentos culturais intensivos. Com relação a adubação são utilizados adubos químicos de alta solubilidade, sendo agentes degradantes de matéria orgânica (LUZ, 1994).

Neste sentido, uma das possíveis alternativas é o uso de zeólitas que proporcionem um manejo sustentável ao solo, promovendo sustentabilidade no curto, médio e longo prazo, além da preservação dos recursos naturais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos itens a seguir serão elencados os principais temas a comporem o presente trabalho, dando assim uma maior compreensão dos conceitos a serem explorados ao desenvolvimento do trabalho.

2.1 O CULTIVO DO TOMATE

No cultivo do tomate, a qualidade de seus frutos depende de suas características físicas, tais como cor, firmeza, tamanho e forma. Quanto as características químicas, incluem-se o conteúdo de sólidos solúveis, o pH, a acidez tituláveis e a relação açúcar/ácidos bem como seus componentes nutricionais (GAYET, 1995). Tais características são importantes, pois o sabor depende em grande parte pela concentração de frutose, glicose, ácido cítrico e ácido málico (FERREIRA

et al, 2010). Para GUSMAO (2006) a sensibilidade do tomateiro às condições climáticas é um dos fatores que contribuem para o cultivo protegido e esta tendência é adotada com grande expressão em produtores de tomate.

O uso de filme plástico como cobertura, faz com que se preserve a umidade e a temperatura do solo, diminuindo a amplitude térmica e a umidade relativa, contribuindo para o metabolismo da planta e a precocidade do desenvolvimento vegetal (GAMA., 2008). Por outro lado, MARTINS (2019) mostram que o uso intensivo do solo em ambiente protegido, contribuem para contaminações decorrente de bactérias, fungos e nematoides fitopatogênicos, além da salinização do solo. Esta adversidade pode ser um agente limitante de produção e nem sempre os produtores dominam as técnicas para solucioná-los. Para contornar estes obstáculos, o uso de substratos removíveis associado a irrigação por gotejamento é um fator que contribui para o maior sucesso na produtividade pois em caso de o saco de cultivo estiver contaminado, pode ser rapidamente substituído replantando do substrato anterior (Lopes, 2005).

Em estudo desenvolvido por Marouelli (2009), o sucesso do cultivo em substrato está muito relacionado com a otimização das práticas de irrigação e nutrição. Tem-se a intenção de reduzir o volume explorado pelo sistema radicular com o intuito de um maior número de plantas em determinado volume de solo. Isso implica em uma redução de água no substrato fazendo com que a irrigação seja realizada em uma frequência de 20 por dia em volume baixo, o que torna o manejo de água um fator limitante para obtenção de altos rendimentos e a racionalização no uso de água e nutrientes. O uso de substrato está relacionado com o cultivo em recipientes como, sacos de plástico, latas, vasos ou bandejas. Quando comparado com o cultivo em solo, onde as plantas dispõem de um volume ilimitado para o desenvolvimento do sistema radicular, no cultivo em recipientes esse volume é muito reduzido, o que diminui a drenagem e a superfície de contato com a atmosfera, essencial para trocas gasosas (Kämpf., 2000).

Tomando em conta os fatores que envolvem o cultivo de tomate cereja em substrato, temos as recomendações para o preparo do solo em relação a adubação mineral. Dotados das orientações da análise de solo, existem inúmeras varrições de adubos químicos que podem suprir as necessidades nutricionais das plantas, desde fertilizantes separados até formulações. Entre as formulações mais utilizadas na

adubação de base estão a 5 – 25 – 15 e a 4 – 30 – 16, onde cada número representa os níveis em porcentagem de N (nitrogênio) – P (Fósforo) – K, (Potássio) formando o popular N-P-K (LOPES, 2005).

2.1.1 Adubação de base

As adubações de cobertura são parceladas no tomate de mesa, de acordo com o desenvolvimento da cultura. É recomendada que sejam feitas quinzenalmente para atender a constante extração pelos frutos. No tomate com finalidade industrial é feita a partir dos 25 a 30 DAT (Dias após transplante de mudas), sendo indicadas três adubações de cobertura com intervalo que pode variar de 7 a 14 dias, em função da condição nutricional da planta (EMBRAPA, 2020).

A disponibilidade de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e do micronutriente B é baixa quando o pH do solo se encontra próximo ou abaixo de 5,0, atingindo o máximo quando o pH se encontra ao redor de 7,0. Para os micronutrientes (Fe, Cu, Mn e Zn), a disponibilidade é maior em condições de solos ácidos. Atentar para o pH do solo é de fundamental importância, pois solos com pH ácido, (grande maioria dos solos brasileiros), afetam a disponibilidade de nutrientes no solo, influenciando a assimilação pelas plantas. Nestas situações, a correção é feita através da calagem, que também é orientada pelo resultado da análise do solo (BECKER, 2016).

2.1.2 Calagem

A calagem faz-se necessária para ajustar o pH do solo, reduzir a atividade do Al trocável, promover maior eficiência de absorção de água pela planta e, principalmente, para atingir o suprimento de Ca e Mg para a máxima eficiência econômica do tomateiro. Os métodos mais utilizados para estimar a quantidade de corretivo que deverá ser aplicada no solo são: neutralização do Al trocável, elevação dos teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, e saturação por bases. Não obstante a determinação da quantidade de corretivos, para obter os efeitos desejáveis da calagem deve-se ainda levar em consideração à época de aplicação, o tipo e a forma de incorporação do calcário (BECKER, 2016).

Método de neutralização do Al^{3+} e elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+}

Neste método utiliza-se uma equação matemática composta por duas semi-equações que se somam para definir a necessidade de calcário (NC) para um determinado solo. Na primeira parte da equação é considerada a acidez do solo ocasionada pela presença de Al^{3+} na solução do solo, bem como as características do solo e a saturação de alumínio tolerada pelo tomateiro, cerca de 5%. A segunda parte da equação procura atender à exigência em Ca e Mg da cultura. Assim, a NC por esse método pode ser obtido a partir da seguinte fórmula:

$$NC = Y * x * [Al^{3+} - (mt * x * t/100)] + [X - (Ca^{2+} + Mg^{2+})] \quad \text{Eq. (1)}$$

onde:

NC = Necessidade de calcário, em (ton.ha⁻¹);

Y = variável relacionada à capacidade tampão do solo e que pode ser definida de acordo com a textura do solo (Tabela 1);

Al^{3+} = acidez trocável, em (cmolc dm⁻³);

mt = saturação máxima por Al tolerada, m = 5%;

t = capacidade de troca catiônica efetiva (CTC efetiva), em (cmolc dm⁻³);

X = disponibilidade de Ca e Mg requerida pelo tomateiro, X = 3;

$Ca^{2+} + Mg^{2+}$ = teores trocáveis de Ca e Mg (cmol.cdm⁻³).

O resultado negativo nos colchetes deve ser substituído por zero para dar continuidade ao cálculo. Considerando que o tomateiro é sensível a toxidez por Al^{3+} e responde muito bem a adubação com Ca e Mg, pode-se adotar o valor m = 0 e X = 3. A Tabela 1 apresenta os valores da variável Y na equação que determina a quantidade de calcário empregada na calagem.

Tabela 1: Valores de Y em função da textura e porcentagem de argila do solo.

| Textura do solo | Teor de Argila (%) | Y |
|-----------------|--------------------|-----------|
| Arenosa | 00 - 15 | 0,0 – 1,0 |
| Média | 15 – 35 | 1,0 – 2,0 |
| Argilosa | 35 – 60 | 2,0 – 3,0 |
| Muito argilosa | > 60 | 3,0 – 4,0 |

Fonte: Adaptado de Alvares V. e Ribeiro (1999)

2.1.3 Adubação do solo

Para adubação do solo, as formulações 4 – 14 – 8 e a 4 – 30 – 16 são as mais utilizadas na adubação de base (adubação antes do transplântio). Cada elemento químico presente no adubo, tem função específica no desenvolvimento da planta.

Segundo o CQFS (2016) cobertura, aplicam-se N e K a intervalos regulares, em adição à adubação de base, conforme a Tabela 2, dependendo da produção e do teor de matéria orgânica do solo. Deve-se ajustar a adubação nitrogenada de cobertura considerando também o vigor das plantas. O excesso de vigor predispõe a cultura ao ataque de doenças, especialmente bacterioses. Aplicar os adubos na lateral do sulco umedecido, além de aplicá-los em intervalos menores proporcionam altas produtividades. O fornecimento regular de água, para suprir as necessidades da cultura, também aumenta o aproveitamento dos adubos e evita a ocorrência de distúrbios fisiológicos como a podridão apical.

Tabela 2: Demanda nitrogênio e potássio em cobertura para produção de tomate

| Teor de matéria orgânica no solo | Expectativa de rendimento | Intervalo | Nº de aplicações | N por aplicação | K₂O por aplicação |
|---|----------------------------------|------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| % | t/ha | dias | - | kg/ha | kg/ha |
| ≤ 2,5 | 50 | 20 | 5 | 30 | 30 |
| | 75 | 15 | 7 | 30 | 30 |
| | 100 | 10 | 10 | 30 | 30 |
| 2,6 - 5,0 | 50 | 20 | 5 | 20 | 30 |
| | 75 | 15 | 7 | 20 | 30 |
| | 100 | 10 | 10 | 20 | 30 |
| > 5,0 | 50 | 20 | 5 | 10 | 30 |
| | 15 | 15 | 7 | 10 | 30 |
| | 100 | 10 | 10 | 10 | 30 |

Fonte: CQFS (2016)

2.2 SUBSTRATOS ENRIQUECIDOS

Com finalidade de ter uma maior produtividade vegetal, novas tecnologias surgiram como alternativas ao sistema tradicional na forma de campo protegido, seja túneis ou estufas, bem como hidropônica.

Diversos materiais orgânicos e inorgânicos, normalmente em misturas de dois ou mais componentes, têm sido utilizados para formulação de substratos, havendo necessidade de se determinar os mais apropriados para cada espécie de forma a atender sua demanda quanto ao fornecimento de nutrientes e propriedades físico-químicas. Dentre a caracterização de um substrato destacam-se o valor de pH, capacidade de troca catiônica, salinidade e teor de matéria orgânica. Para propriedades físicas pode-se afirmar que a densidade, porosidade e humidade são imprescindíveis para uma boa eletividade do material a ser escolhido (TRANI, 2007).

A casca de arroz tem sido um material de grande aceitação e cotidiana ao produtor em diversas culturas protegidas. É considerado um substrato praticamente inerte, não interferindo na síntese e absorção dos macros e micronutrientes. Também possui uma durabilidade longa sem que haja alterações físicas

Já a turfa, tem sido um material consagrado para produção de plantas em viveiros, devido as suas excelentes características físicas. Entretanto, por apresentar uma elevada capacidade de retenção de água, pode dificultar o processo de drenagem, provocando encharcamento, déficit de oxigênio e com isto um baixo desenvolvimento radicular. Neste sentido, a adição de condicionadores como casca de arroz carbonizada é recomendada para que haja uma rápida drenagem (ROTA., 2008).

2.3 ZEÓLITAS COMO FERTILIZANTES

Zeólitas possuem dentre algumas propriedades, a de alta capacidade de troca de cátions, alta capacidade de retenção de água livre nos canais e a alta habilidade na captura de íons, conferindo grande interesse na agricultura. Os trabalhos de Bonetti (2020) e Estevam (2020), demonstram que é possível sintetizar zeólitas de excelente qualidade para utilização como fertilizantes. Independente das variações de suas propriedades físicas e químicas, as propriedades são mantidas,

porém algumas se sobressaem a outras dependendo da forma que é obtida. (BERNARDI, 2007)

Sua eficiência pode contribuir para maior disponibilidade de determinados macros e micros nutrientes, a exemplo no aumento da disponibilidade do fósforo da rocha fosfática, e do melhor aproveitamento do nitrogênio tanto na forma amoniacal quanto nitrato e redução por lixiviação dos cátions trocáveis K^+ . Suas propriedades também podem ser utilizadas para o cultivo zeopônico de plantas em substratos artificiais compostos por minerais zeolíticos em mistura com rocha fosfática, o qual atua como controlador de liberação e renova o nutriente disponível à planta (BERNARDI, 2007).

2.3.1 Zeólitas versus ureia

A perda de nitrogênio por volatilização para atmosfera é um dos principais fatores responsáveis pela baixa eficiência da ureia aplicada na superfície do solo. A volatilização se dá pela hidrólise nitrogenada por meio da enzima uréase produzida por fungos e bactérias. Nesta hidrólise temos a formação do carbonato de amônio reagindo em NH_3 , CO_2 e água.

O nitrogênio oriundo da NH_3 reage por sua vez com íons H^+ do solo e com estes íons formam íons NH_4^+ . Com isto, verifica-se a elevação do pH para valores que contribuem ainda mais para perda deste macronutriente para atmosfera. (RODRIGUES, 1992)

A perda de nitrogênio por volatilização após aplicação no solo pode atingir valores próximos a 80 %, variando de acordo com as condições climáticas (CABEZAS, 1997). Porém, estudos recentes, conforme apresentados na Tabela 3, demonstram que a adição de 25 % e de 100 % de zeólita reduziram as perdas para 20 % e 16 % (CABEZAS, 1997).

Tabela 3: Quantidade de nitrogênio volatilizado em porcentagem de perda, 22 dias após aplicação de ureia em Latossolo Vermelho-Amarelo.¹ Mistura de ureia com zeólita (massa/massa). ² Média na mesma coluna seguidas por letras distintas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

| Tratamento | N volatilizado (mg por vaso) | Perdas (%) |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Ureia | 64,8 a ² | 25,4 a |
| Ureia mais 12,5% de zeólita | 61,4 a | 24,1 a |
| Ureia mais 25 % de zeólita | 51,1 ab | 20,1 ab |
| Ureia mais 50 % de zeólita | 59,9 a | 23,5 a |
| Ureia mais 100 % de zeólita | 41,3 b | 16,2 b |
| Média | 55,7 | 21,9 |
| Coeficiente de variação (%) | 14,4 | 14,4 |

Fonte: Alves et al. (2007)

2.3.2 Zeólitas e a solubilidade da rocha fosfática

Sabe-se que as melhores fontes de fosfato solúvel em água são as mais eficientes para agricultura, porém, seu custo é mais elevado quando comparado com fontes pouco solúveis tais como fosfato de rocha. Para rochas fosfáticas nacionais, apesar de preços mais atrativos, tais valores são justificados por sua baixa eficiência em relação aos solúveis (RAIJ et al., 1992).

Com o passar do tempo, as eficiências dos fosfatos naturais tendem a aumentar por consequência de sua solubilização tal como na Tabela 4, porém para que este processo ocorra, tem-se necessidade de uma acidez e de contato com o solo para que esta solubilização seja efetuada. Isso deve ocorrer pela incorporação ao solo e certo período de incubação para assim ter sua biodisponibilidade (CQFS 2016).

Tabela 4: Solubilização de fósforo em função dos cátions presentes no mineral zeolítico.

| Formas do mineral zeolítico | P liberado (mg.L⁻¹) | pH final |
|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Natural | 2,84 | 7,35 |
| Saturada com NH ₄ | 8,28 | 8,07 |
| Saturada com Na ⁺ | 10,38 | 7,63 |
| Saturada com H ⁺ | 67,6 | 3,75 |
| Rocha fosfórica | 0,55 | 7,2 |

Fonte: Tung.Ming e Dennis (1986)

Admitindo que a adubação fosfatada é essencial para boa produtividade, e seu uso está intimamente relacionada a custos de produção, faz-se necessário o uso de tecnologias com foco em menores custos preservando ou até aumentando a produtividade. As zeólitas modificadas são um exemplo de técnica que por diferentes vias e por meio da troca com cátions podem auxiliar na solubilidade do fósforo, (Bonetti, 2020; PICKERING et al., 2002).

2.3.3 Zeólitas e a adubação convencional com potássio

O potássio é um nutriente essencial para os fertilizantes agrícolas e tem uma grande procura de produção no Brasil, juntamente com fósforo e nitrogênio. O potássio pode ser encontrado em várias formas minerais diferentes na crosta terrestre, sendo silvite (KCl) e silvinite (mistura de KCl e NaCl) a mais abundante. O teor de potássio presente nos minerais é geralmente expresso na base equivalente a K_2O , estimando-se uma reserva de 5,8 (Gt) (milhares de milhões de toneladas), em termos de equivalente K_2O para todos os minerais (ano de base 2013), incluindo depósitos mineráveis e não mineráveis. Cerca de 75% das reservas encontram-se no Canadá e na Bielorrússia. (MELO, 2014). Há uma demanda muito grande para a aplicação de fertilizantes de liberação lenta, como o uso de zeólitas ricas em potássio, que tem demonstrado potencial relevante como materiais fertilizantes (Bonetti *et. al.* 2020; Estevam, 2020).

4 PROCEDIMENTOS

Neste item serão elencados os procedimentos experimentais que serão executados para o cultivo da cultura em questão bem como as análises estatísticas e físico-químicas.

4.1 ÁREA EXPERIMENTAL

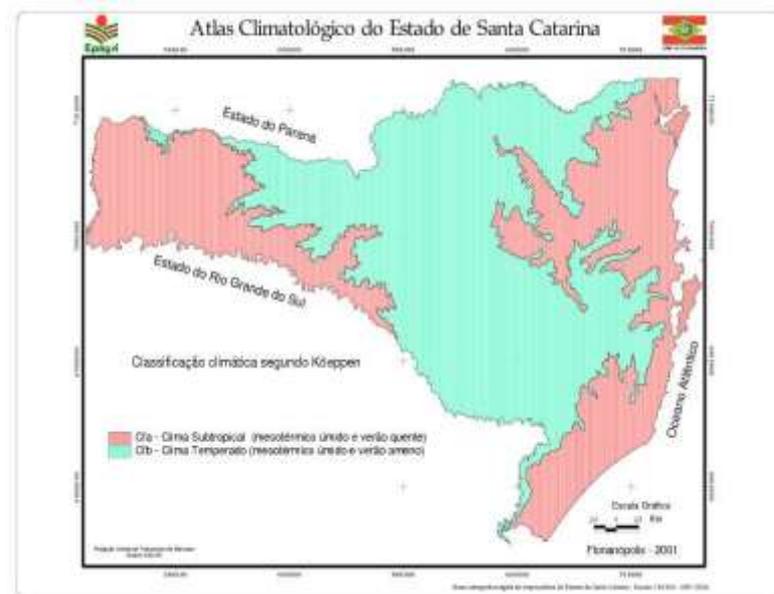
O experimento foi realizado no Horto de reflorestamento da Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC), localizada na cidade

de Criciúma, extremo sul de Santa Catarina, distante 200 km da capital Florianópolis, latitude -28.702975, Longitude -49.405590 e altitude de 46 m.

4.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Para condições climáticas foi utilizada a classificação de Köppen (PANDOLFO et al., 2002) onde a cidade de Criciúma é classificada como clima mesotérmico úmido (sem estação seca) do subtipo Cfa, ou seja, clima subtropical de temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, contudo sem estação definida.

Figura 1: Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina foi publicado em 2002



Fonte: PANDOLFO et al, (2002)

4.3 MANEJO DA CULTURA

A partir da análise do substrato turfoso foi efetuada a adubação de base e correções de acidez seguindo o Manual de Adubação e Calagem para os Estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016). O controle fitossanitário foi realizado de acordo com as necessidades, e produtos recomendados para a cultura. As capinas

ao redor das plantas, foram realizadas sempre que necessário. As plantas foram conduzidas em duas hastes no sistema de tutoramento, sendo realizada a desbrota semanalmente. A irrigação foi realizada por gotejamento a partir de sistema de controle automático de irrigação utilizando um temporizador marca EXATRON, modelo TMDSOBC.

O tutoramento foi aplicado com fitas de *nilon* com 1,0 (mm) de diâmetro individuais na vertical, e fixadas a 2,0 metros de altura.

4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi adotado o delineamento de blocos casualizados em cada ambiente. Cada bloco foi composto de oito tratamentos em oito slabs, cultivando a *Lycopersicon lycopersicumtomate*, popularmente conhecida como Tomate Cereja Tigre. Cada tratamento conteve 1 saco de cultivo “slabs” com tratamentos diferentes, onde cada “slabs” terá 3 plantas, totalizando 24 plantas. A avaliação do desenvolvimento das plantas foi realizada semanalmente a partir da sexta semana pós transplante.

4.5 PRODUÇÃO DE MUDAS

As mudas foram produzidas através de sementes, sendo a semeadura realizada em bandeja de poliestireno de 128 células, com substrato turfoso comercial. As mudas foram conduzidas em ambiente protegido por 30 dias, conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Mudas de Tomate Cereja Tigre



Fonte: Do autor (2020)

4.5.1 Transplante das mudas cultivadas em slabs

Após os 30 dias de condução das mudas em ambiente protegido, as mesmas foram transplantadas e espaçadas em 1,0 m entre colunas e 0,3 m entre plantas Fig 2, seguindo espaçamento indicado por MULLHER (2008).

Figura 2: Transplante nos *Slabs*



Fonte: Do autor (2020)

4.6 REGISTRO DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

Para o monitoramento dos elementos meteorológicos da casa de vegetação foi utilizada uma miniestação meteorológica já instalada na casa de vegetação, sendo obtidos os dados agrometeorológicos (temperatura do ar, umidade do ar e precipitação ou irrigação).

A evapotranspiração que é o processo que envolve a evaporação da água de superfícies e a transpiração dos vegetais foi calculada pelo método de Penman-Monteith, que é considerado o padrão pela FAO (Food and Agriculture Organization) (ALLEN et al., 2008).

4.7 AVALIAÇÕES DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS: CRESCIMENTO, RENDIMENTO E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

. Para avaliação do desenvolvimento vegetal, foram realizadas semanalmente medidas de altura e diâmetro de caule de cada planta, além da quantificação de frutos viáveis para consumo.

Ao decorrer do experimento, foi adotado uma média de diâmetro de fruto que representaria uma primeira safra, foi feita uma média entre os frutos maduros e os que não estavam em coloração de colheita e chegou-se a 4,5mm de diâmetro.

Para mensurar o rendimento, os frutos serão colhidos, e depois de lavados foram submetidos à pesagem, a contagem e também medição do diâmetro dos mesmos. Como a medição foi realizada em cada planta, a unidade de medida do rendimento será de kg/planta e depois aplicada uma média por cada tratamento.

Para avaliação das características físico-químicas será determinado o teor de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix) em dez frutos de cada tratamento, de cada coluna, escolhidos ao acaso. Os frutos serão lavados e serão posteriormente multiprocessados. Na sequência serão submetidos a análise com o auxílio de um refratômetro digital portátil.

O pH será determinado utilizando um pHmetro de bancada, com base na leitura direta do suco dos tomates multiprocessados. Também será determinada a acidez total titulável (ATT), sendo realizada através do suco de dez frutos do tomate cereja para cada um dos tratamentos de cada coluna. A titulação será com hidróxido de sódio a 0,05 N até que o pH da amostra atinja 8,1, tendo como referência o método do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Serão avaliadas medidas quanto a firmeza dos frutos, onde serão escolhidos dez frutos de cada tratamento, de cada coluna, escolhidos ao acaso e assim, com o auxílio de um penetrômetro digital teremos a medição que consiste na retirada da casca e na introdução da ponteira do equipamento citado, desta forma obtemos o valor de firmeza do fruto.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O período a que o projeto se desenvolveu apresentou elevada amplitude térmica entre o início do experimento (10 de agosto 2020) e sua conclusão (20 de novembro 2020) levando em consideração a Tab 5. Outro dado importante, foi que a umidade relativa do ar teve uma média aceitável, o que

reflete nos efeitos do sistema de irrigação por gotejamento, diminuindo a probabilidade de sofrimento da planta, bem como sanidade da mesma.

Tabela 5: Acompanhamento mensal da temperatura em °C.

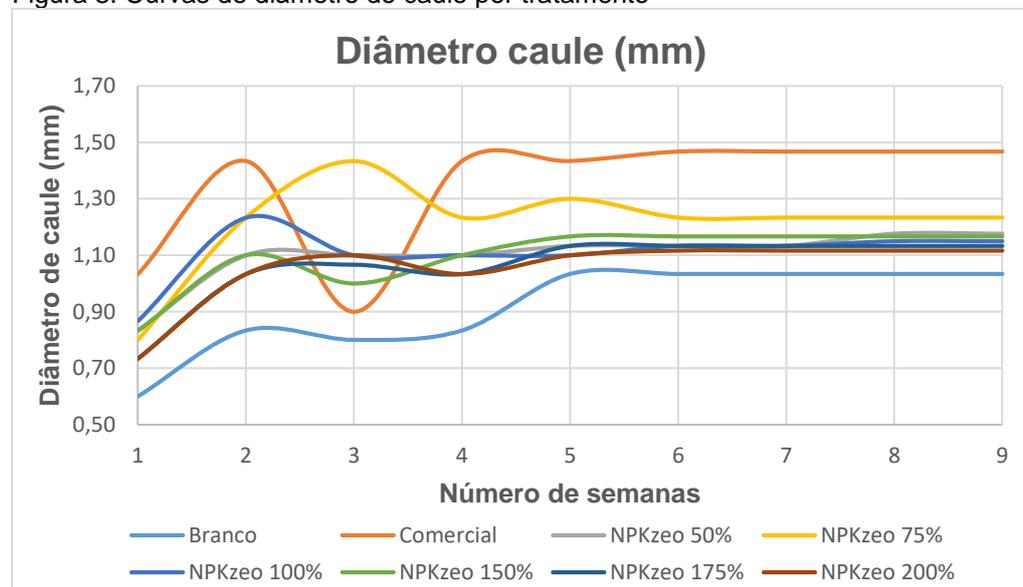
| Dados metereológicos | Ago | Set | Out | Nov |
|--------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|
| Média mínima (°C) | 15,90 °C | 17,30 °C | 14,90 °C | 20,60 °C |
| Média máxima (°C) | 21,60 °C | 22,20 °C | 24,00 °C | 26,00 °C |
| Temperatura média (°C) | 10,30 °C | 12,40 °C | 14,10 °C | 15,30 °C |
| Média precipitação (mm) | 99,00 mm | 127,00 mm | 117,00 mm | 99,00 mm |

Fonte: <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/santa-catarina/criciuma-3537/>

O desenvolvimento da planta foi acompanhado semanalmente a partir da sexta semana, quando foi considerado que a planta estaria com maior sanidade e não seria necessária sua substituição por motivos de infecções microbiológicas e possíveis pragas.

Logo após o transplante das mudas, iniciou-se a tomada de medições do diâmetro de caule e altura da planta, com finalidade de avaliar possíveis disparidades morfológicas que pudessem apontar alguma diferença entre os tratamentos, portanto foi feita a média aritmética entre as três plantas de cada tratamento e plotadas no Fig 3.

Figura 3: Curvas de diâmetro do caule por tratamento



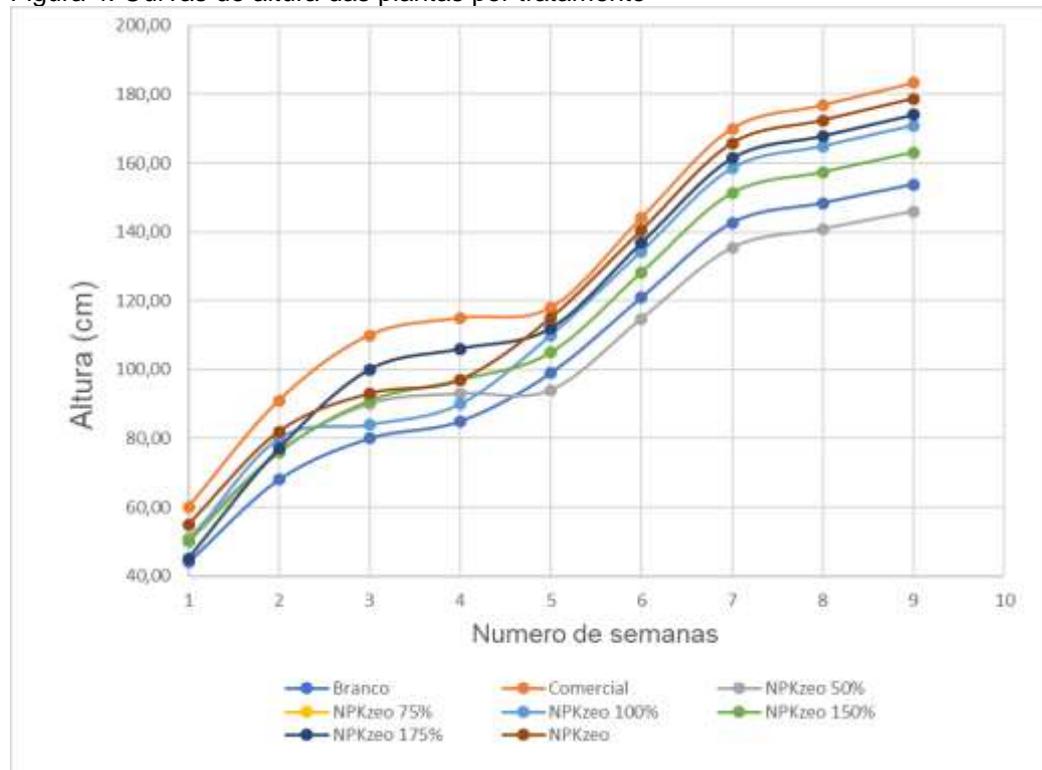
Fonte: Do autor (2020)

A partir de uma análise dos dados médios obtidos no decorrer das semanas, é possível destacar o bom desenvolvimento das plantas aplicando o tratamento com fertilizante comercial, seguido do tratamento com 75 % de zeólitas frente à demanda de P e K para o cultivo de tomate cereja. O pior nível de

desenvolvimento foi observado no slab que não foi aplicado nenhum tratamento (denominado tratamento branco). Apesar do dado de diâmetro de caule não ser um parâmetro de análise de fruto, pode-se indicar uma boa equiparação entre o tratamento comercial e o tratamento com zeólitas.

Quanto à altura da planta, são apresentadas na Fig 4 as curvas de crescimento das plantas considerando os diferentes tratamentos. Pode ser verificada uma estagnação sutil no crescimento entre as semanas 3 e 5, sendo esse efeito relacionado ao aumento no nível de chuva e diminuição da temperatura. Esta conclusão decorre do fato de que o crescimento das folhas está relacionado à condições climáticas e nutrientes disponíveis (LEMAIRE et al., 1997). Em relação ao desenvolvimento, é possível destacar o nível de desenvolvimento das plantas com o fertilizante comercial, seguido do fertilizante com 200 % de zeólitas. Outros tratamentos com 175 % e 150% de zeólitas também apresentaram resultados satisfatórios.

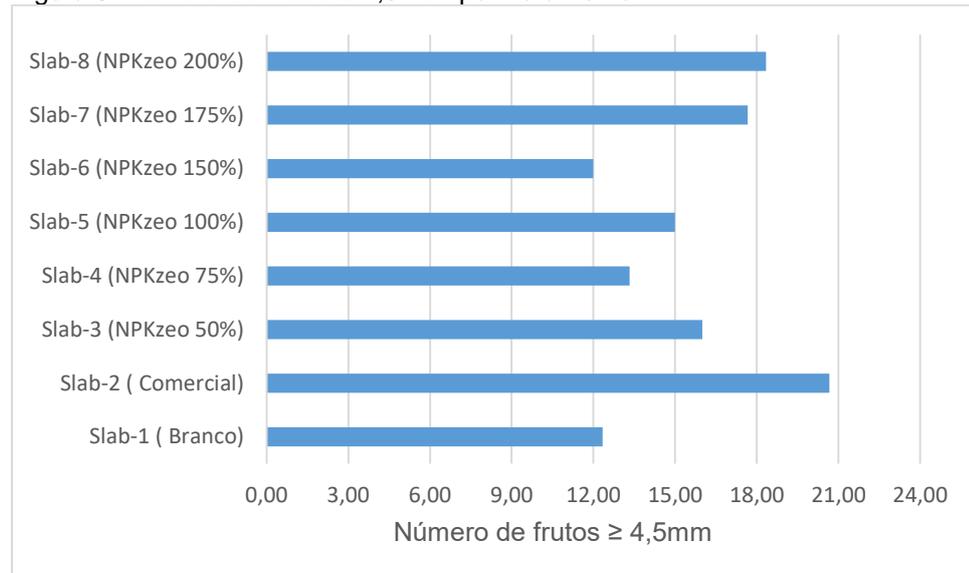
Figura 4: Curvas de altura das plantas por tratamento



Fonte: Do autor (2020)

Outro dado importante foi a contagem de frutos com diâmetros maiores e iguais a 4,5 mm, sendo este valor obtido a partir da obtenção da média entre os frutos em desenvolvimento no próprio experimento; parâmetro para uma primeira safra após 120 dias do plantio das mudas nos substratos, Fig 5.

Figura 5: Número de frutos $\geq 4,5$ mm por tratamento



Fonte: Do autor (2020)

Os resultados apresentados na Fig. 5 demonstram que os tratamentos com 175 % e 200 % de zeólita são promissores quando comparados ao tratamento comercial, pois quando apresentando diferenças percentuais 2,39% e 1,86% menores que o comercial, respectivamente.

Outro dado que chama atenção é um declínio acentuado desta média quando tomamos em conta o tratamento com 150% de zeólita, tendo uma produtividade menor que os tratamentos com 100%, 75% e 50% da concentrações, podendo até ser comparado com o substrato sem adubação comercial e zeólitas. Este desvio pode estar associado a uma falta de dispersão das zeólitas no substrato previamente ao plantio. De modo geral podemos indicar um bom desempenho das zeólitas como fertilizantes para o cultivo de tomate cereja, tendo como destaque os tratamentos que aplicaram as maiores dosagens de zeólitas em relação à demanda de P e K (200 e 175 %).

6. CONCLUSÃO

Dadas as condições em que o projeto foi realizado com base nos resultados obtidos, conclui-se que a maior concentração de P e K (200 e 175%) possuem maior interação quanto as necessidades da planta o diâmetro do caule ser coerente a altura da planta e todo suporte nutricional mostrou tanto sua produtividade quanto a resistência imunológica, pois tivemos muito pouca presença de fungos parasitas nas plantas; podendo assim concluir também que o uso de pesticidas neste tipo de adubação possa ser ajustado de forma a diminuir as quantidades e aplicações.

REFERÊNCIAS

AGHAIE, P.; TAFRESHI, A. A. H.; EBRAHIMI, M. A.; HAERINADAB, M. **Tolerance evaluation and clustering of fourteen tomato cultivars grown under mild and severe drought conditions**. Scientia Horticulturae, Amsterdam, Disponível em: <<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201900207620>>

BERNARDI, Alberto C. de Campos et al . **Produção e qualidade de frutos de tomateiro cultivado em substrato com zeólita**. Hortic. Bras., Brasília, June 2007 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362007000200035&lng=en&nrm=iso>. access on 02 Nov. 2020.

CABEZAS, W.A.R. Lara; KORNDORFER, G.H.; MOTTA, S.A.. **Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa Sept. 1997 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06831997000300018&lng=en&nrm=iso>. access on 02 Nov. 2020.

Comissão de Química e Fertilidade do Solo - CQFS-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul; 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0100-68320180001005020006&lng=en

DIAS, Victor Pina; FERNANDES, Eduardo. **Fertilizantes: uma visão global sintética**. BNDES Setorial, n. 24, p. 97-138, set. 2006.

FERREIRA, Sila Mary Rodrigues et al . **Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas , mar. 2010 . Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000100033>. acessos em 01 nov. 2020..

GAMA, Aildo da S et al . **Caracterização do modelo de cultivo protegido em Manaus com ênfase na produção de pimentão.** Hortic. Bras., Brasília, Mar. 2008 . Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362008000100024&lng=en&nrm=iso> Acessado em 01 nov 2020

GAYET JP; BLEINROTH EW; MATALLO M; GARCIA EEC; GARCIA AE; ARDITO EFG; BORDIN MR. 1995. **Tomate para Exportação: Procedimentos de Colheita e Pós-colheita.** Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria do Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais - Brasília: EMBRAPA-SPI. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187742/1/Frupex-Tomate-para-exportacao-procedimentos.pdf>

GUSMAO, Mônica T A de; GUSMAO, Sérgio A L de; ARAUJO, Jairo A C de. **Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos.** Hortic. Bras., Brasília, Dec. 2006 . Available from Disponível em:<http://www.scielo.br/scieo.php?script=sci_arttext&pid=S01025362006000400007&lng=en&nrm=iso>. access on 01 Nov. 2020.

LIMA, Paulo César Ribeiro. **Fábrica de fertilizantes nitrogenados e produção de etanol no norte fluminense.** **Fábrica de fertilizantes nitrogenados e produção de etanol no norte fluminense**, Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, 30 set. 2007. Disponível em: <https://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/1341>. Acesso em: 7 ago. 2020.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro.** Brasília: EMBRAPA / CNPH, 2005. 152 p < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/778171>>

LUZ, A. B.. Zeólitas: propriedades e usos industriais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1994. LUZ, A. B.. Zeólitas: propriedades e usos industriais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1994.

MARTINS, Juliana B. et al . **Water relations in parsley plants cultivated in brackish nutrient solutions of different cationic natures.** **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande Set. 2019 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662019000900662&lng=en&nrm=iso>. access on 03 Nov. 2020.

MARQUELLI, W.A.; CALBO, A.G. **Manejo de irrigação em hortaliças com sistema Irrigas®.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 69). < <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR20091782937>>

MELO DE OLIVEIRA , Luiz Alberto. Potássio. *In: Potássio.* [S. l.], 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnrm/sumarios/potassio-sumario-mineral-2014>. Acesso em: 4 nov. 2020.

KÄMPF AN. 2000. **Substrato para plantas-a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis. Disponível em <
<http://andorinha.epagri.sc.gov.br/consultaweb/site/busca?b=ad&id=99255&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22FERMINO,%20M.H%22&qFacets=autoria:%22FERMINO,%20M.H%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>

PICKERING, H. W.; MENZIES, N. W.; HUNTER, M. N. Zeolite/rock phosphate - a novel slow release phosphorus fertiliser for potted plant production. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423802000067>, 2002.

RAIJ, B. van; ROSAND, P.C.; LOBATO, E. **Adubação fosfatada no Brasil**. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/572251/1/doc195.pdf>>

REZENDE NGAM; ANGÉLICA RS. 1991. **Sedimentary zeolites in Brazil. Mineralogica et Petrographica Acta** 42: 71-82

RODRIGUES, M.B. & KIEHL, J.C. **Distribuição e nitrificação da amônia proveniente da uréia aplicada ao solo**. R. Bras.Ci. Solo., 16:403-408, 1992. Disponível em: <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=4531096>

ROTA, L. D; PAULETTI, G. F. Efeito da adição de casca de arroz em substrato comercial a base de turfa na produção de mudas de Viola tricolor L. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, 2008.
<<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1932/1764>>

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B.; FUROMOT, O.; BOITEUX, L. S.; FRANÇA, F. H.; BÔAS G. L. V.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W. L. C.; LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRAI, W. **Tomate industrial: Brasília, DF: Embrapa Hortaliças**, 2003. Disponível em:
<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustria/mudas.htm>. Acesso em: 18 jun. 2020.

TRANI, Paulo Espíndola et al. **Avaliação de substratos para produção de mudas de alface**. Hortic. Bras., Brasília. June 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362007000200025&lng=en&nrm=iso. access on 02 Nov. 2020.