

Câmpus
Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

Influência nutricional na produção de sementes de tomate em cultivo protegido

CAROLINA DOS SANTOS GALVÃO

MESTRADO

**Ipameri-GO
2019**

CAROLINA DOS SANTOS GALVÃO

**INFLUÊNCIA NUTRICIONAL NA PRODUÇÃO DE SEMENTES
DE TOMATE EM CULTIVO PROTEGIDO**

Orientador: Dr. Warley Marcos Nascimento

Dissertação apresentada Universidade Estadual de Goiás -UEG, Câmpus Ipameri, como parte das Exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri - 2019

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

dC292i dos Santos Galvão, Carolina
Influência nutricional na produção de sementes de tomate em cultivo
protegido / Carolina dos Santos Galvão; orientador Warley Marcos
Nascimento; co-orientador Katiane Santiago Silva Benett. -- Ipameri,
2019.
61 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado
Acadêmico em Produção Vegetal) -- Câmpus-Ipameri, Universidade
Estadual de Goiás, 2019.

1. Solanum lycopersicum . 2. BRS Nagai . 3. nutrição de plantas. 4.
rendimento de sementes . 5. influência nutricional . I. Marcos
Nascimento, Warley, orient. II. Santiago Silva Benett, Katiane, co-
orient. III. Título.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "INFLUÊNCIA NUTRICIONAL NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE TOMATE EM CULTIVO PROTEGIDO"

AUTOR(A): Carolina dos Santos Galvão

ORIENTADOR(A): Warley Marcos Nascimento

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

Prof. Dr. WARLEY MARCOS NASCIMENTO
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO

Dra. PATRICIA PEREIRA DA SILVA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa Hortaliças

Prof. Dr. ADILSON PELÁ
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO

Data da realização: 21 de março de 2019



Dedicatória

Dedico a minha mamãe e companheira Olinda, a minha amada filha Marcela, aos meus irmãos Thiago, Diogo e Kely por todo apoio. E também a minha segunda família de coração Gláucia e Rubens. Dedico ao professor Dr. Daniel Diêgo Costa de Carvalho por todo incentivo e amizade.

Gratidão a todos!

AGRADECIMENTOS

Esse é o momento mais emocionante de todo o trabalho realizado. Afinal, quem nunca chorou ao digitar os agradecimentos que atire a primeira pedra!!

Aqui, quero agradecer verdadeiramente a toda essa família que eu ganhei na Embrapa Hortaliças. São pessoas que tem toda a minha amizade e respeito, a todos os funcionários de serviços gerais, pesquisadores, analistas de laboratórios e o pessoal da UBS, que durante toda essa minha caminhada tive o prazer de me sentir tão especial e querida por todos, sempre me trataram com muito carinho e atenção.

Meu muito obrigada ao meu orientador Dr. Warley Marcos Nascimento, sinto imensa gratidão por ter recebido essa oportunidade na minha vida que para mim, significa muito!!! Desde os aspectos de saúde, profissional e crescimento pessoal. Obrigada a Dr. Patrícia Pereira da Silva e Dr. Juscimar da Silva, pelo apoio técnico, pela amizade e companheirismo durante essa caminhada. Quero agradecer de coração ao Karlão, por quem tenho um imenso carinho, Jorge (*In memorian*), Fabiana, o honey (Lemerson), Roney e a todos do laboratório de sementes.

Meu muito obrigada à Embrapa CTZL, por ter me acolhido durante esse período, Ao Godóy minha gratidão pelo imenso carinho e cuidados que recebi, por todas as risadas que tivemos e ainda teremos. Sou muito feliz pelas amizades que conquistei e pelos momentos de muita felicidade que tive com a família CTZL.

Quero agradecer de coração a minha família, minha mãe Olinda que não deixou eu desistir. Minha filha Marcela, minha irmã Kely por ter me apoiado do início ao fim, meus irmãos Thiago, Diogo, Elena, ao meu irmão de coração que ganhei no mestrado, Edvan. Minha eterna gratidão pela Gláucia, Rubens, Bianca por todo apoio que me deram e por cuidar tão carinhosamente da minha pequena Marcelinha enquanto estive fora. Meu muito obrigada ao professor Dr. Daniel Diêgo Costa Carvalho que me deu forças para fazer o mestrado e sempre me dá todo o respaldo para a minha vida profissional, aqui vai o meu muito obrigada pela amizade. Obrigada a todos pelo carinho, pelo amor que me dão e por toda a amizade!!! Eu realmente sou uma pessoa de sorte por ter todos vocês na minha vida.

Sumário

RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 CULTURA DO TOMATEIRO.....	12
2.2 PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS.....	12
2.3 BRS NAGAI	14
2.4 INFLUÊNCIAS NUTRICIONAL DE BORO NA PLANTA	14
2.5 INFLUÊNCIA NUTRICIONAL DE ZINCO NA PLANTA.....	16
2.6 DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE ÁCIDO HÚMICO EM PLANTAS.....	17
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	19
Capítulo I: O efeito do fornecimento de zinco e boro na produção de sementes de tomateiro em cultivo protegido	23
RESUMO	24
ABSTRACT	25
1 INTRODUÇÃO	26
2 OBJETIVOS.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Produção de sementes do Híbrido BRS Nagai.....	29
3.2 Colheita e extração das sementes.....	30
3.3 Rendimentos de sementes.....	31
3.3.1 Peso de mil sementes (Pms)	31
3.3.2 Peso de mil sementes corrigido (Pmc).....	31
3.3.3 Número de sementes por fruto (Nsf).....	31
3.3.4 Rendimento de sementes	32
3.4 Procedimento estatístico	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5 CONCLUSÃO	38
6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	39
Capítulo II: A influência da aplicação de Zinco e Boro com e sem ácido húmico na qualidade fisiológica das sementes.....	42
RESUMO	43
ABSTRACT	44
1 INTRODUÇÃO	45
2 OBJETIVO.....	47
3 MATERIAL E MÉTODOS	48

3.1 Produção de sementes do Híbrido BRS Nagai.....	48
3.2 Rendimento de sementes	49
3.2.1 Peso de mil sementes	49
3.2.2 Peso de mil sementes corrigido	50
3.3 Qualidade Fisiológica.....	50
3.3.1 Teste de germinação	50
3.3.2. Primeira contagem de germinação	50
3.3.3 Índice de velocidade de germinação.....	50
3.3.4 Emergência de plântulas em casa de vegetação.....	51
3.3.5 Massa seca da Parte Aérea	51
3.3.6 Envelhecimento acelerado em solução salina.	51
3.4 Caracterização química das sementes	51
3.5 Procedimento Estatístico	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5 CONCLUSÃO	58
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
7 CONCLUSÃO GERAL.....	61

RESUMO

O tomate BRS Nagai é um híbrido desenvolvido pela Embrapa Hortaliças, cujo hábito de crescimento é indeterminado, se adapta em qualquer região produtora de tomate do Brasil, possui características agronômicas desejáveis, entre elas, a resistência e/ou tolerância a 40 variantes de raças de patógenos. Apesar dessas vantagens presentes no híbrido em lavouras comerciais, esta cultivar, durante a fase de produção de sementes apresenta pouco rendimento de sementes. Dessa forma, torna-se um desafio para o estudo investigar a influência de alguns fatores, dentre eles, o aspecto nutricional na produção de sementes. A nutrição é um fator fundamental para o desenvolvimento das plantas em aspectos fisiológicos e morfológicos, contribuindo para a formação do vegetal. Na cadeia produtiva do tomate, a semente possui uma elevada importância, correspondendo a até 8% do custo total de produção, e no caso de sementes híbridas, por ser utilizada a polinização manual, o custo é ainda mais elevado. Portanto, alguns aspectos são importantes para a tecnologia de produção de sementes, entre esses fatores inclui a nutrição e adubação em planta. Embora a relação do efeito de nutrientes na produção de sementes seja pouco estudada, os objetivos deste trabalho foram avaliar a influência nutricional na produção de sementes de tomate, híbrido BRS Nagai, em cultivo protegido bem como a interferência da adubação na qualidade das sementes. Para isso, foram feitas a polinização manual, entre o parental masculino (LAM 156) e o parental feminino (LAM147) para a produção do híbrido e posterior, colheita e extração das sementes. Foram realizadas as aplicações de Zinco (Zn), Boro (B) e Ácido Húmico (AH) nas plantas parentais femininas na época de florescimento, sendo as flores emasculadas em pré-antese para a polinização manual e identificação dos híbridos. Para verificar a influência da adubação na qualidade das sementes, foi necessário realizar o teste de caracterização química das sementes para saber o teor de nutrientes absorvidos. No experimento, foi avaliado o rendimento de sementes e a qualidade fisiológica das mesmas. Com base nos resultados obtidos nesse estudo foi observado que a utilização apenas do ácido húmico favorece a produção e a qualidade das sementes e que o B mostrou efeitos positivos com ácido húmico, ao contrário do Zn que teve resultados sem o ácido húmico.

Palavras-chaves: *Solanum lycopersicum*, BRS Nagai, nutrição de plantas, rendimento de sementes, influência nutricional, qualidade fisiológica

ABSTRACT

The tomato BRS Nagai is a hybrid developed by Embrapa, whose growth habit is indeterminate, adapts in any tomato producing region of Brazil, has desirable agronomic characteristics, among them resistance and/or tolerance to 40 variants of races of pathogens. In spite of these advantages present in the hybrid in commercial crops, this cultivar during the seed production phase presents little seed yield. Thus, it is a challenge for the study to investigate the influence of some factors, among them, the nutritional aspect in seed production. Nutrition is a key factor for the development of plants in physiological and morphological aspects, contributing to plant formation. In the tomato production chain, the seed has a high importance, corresponding to up to 8% of the total cost of production, and in the case of hybrid seeds, because manual pollination is used, the cost is even higher. Therefore, some aspects are important for seed production technology, among these of seed production, among these factors includes nutrition and plant fertilization. Although the relationship of nutrient effect on seed production is poorly studied, the objectives of this work were to evaluate the nutritional influence on the production of tomato seeds, BRS Nagai hybrid, in protected cultivation as well as fertilization interference on seed quality. For this, manual pollination was done between the male parental (LAM 156) and the female parental (LAM147) for hybrid production and later, harvest and seed extraction. Zinc (Zn), Boron (B) and Humic Acid (AH) were applied to the female parental plants at the time of flowering, with the flowers being emasculated in pre-anthesis for manual pollination and hybrids identification. To verify the influence of fertilization on seed quality, it was necessary to perform the chemical characterization test of the seeds to know the content of nutrients absorbed. In the experiment, the seed yield and the physiological quality of the seeds were evaluated. Based on the results obtained in this study, it was observed that the use of humic acid only favors the production and quality of the seeds and that B showed positive effects with humic acid, unlike Zn that had results without humic acid.

Palavras-chaves: *Solanum lycopersicum*, BRS Nagai, plant nutrition, seed yield, nutritional influence, physiological quality

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de tomate (*Solanum lycopersicum*) passou por grandes transformações tecnológicas nos últimos anos, destacando-se a utilização de híbridos que contribuem para a alta produtividade, melhores características físico-químicas dos frutos, precocidade, uniformidade, maior adaptabilidade e vigor das plantas (NASCIMENTO, 2015).

O programa de melhoramento genético da Embrapa Hortaliças (Brasília-DF) contribui para o desenvolvimento de novas cultivares de interesse para o agronegócio que atende os interesses dos produtores rurais, companhias de sementes e comerciantes. Dentre os objetivos do melhoramento genético cita-se a reunião de características superiores em uma única planta a fim de obter cultivares mais produtivas, com maior resistência a doenças e bom aspecto comercial (BOITEUX et al., 2011; VIEIRA, 2014; EMBRAPA, 2017).

O BRS Nagai é um híbrido de tomate do tipo saladete desenvolvido pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Hortaliças juntamente com a empresa privada (Agrocinco *Vegetable Seeds*), indicado para cultivo em todas as regiões produtoras do país, em qualquer época de semeadura, tanto em campo aberto quanto em ambientes protegidos. Este híbrido possui genes naturais de resistência e/ou tolerância a 40 espécies/variantes/raças de patógenos fúngicos, bacterianos e virais, bem como nematoides e pragas que atacam severamente os campos de produção de tomate e causam prejuízos econômicos de grandes proporções aos produtores rurais no Brasil (EMBRAPA, 2016).

A comercialização das sementes do BRS Nagai teve início no biênio de 2013/2014. No ano de 2013 a área de produção alcançou 54,3 hectares. No triênio 2014/2015/2016 a área atingiu 345,6 hectares (EMBRAPA, 2017). Atualmente, estima-se uma área colhida em cerca de 42 mil hectares com tomate de mesa, dessa área, 428 hectares são cultivados com o híbrido BRS Nagai (EMBRAPA, 2018).

O mercado de sementes de hortaliças no Brasil faturou cerca de 980 milhões em 2018 (ABCSEM, 2019). A mudança no setor, é atribuída a conversão do mercado de sementes de polinização aberta, de baixo valor, por cultivares híbridas, com preço mais elevado (NASCIMENTO, 2011). Muitos agricultores preferem utilizar sementes de tomate de variedades híbridas, apesar do alto custo da semente, devido aos fatores positivos tais como, maiores produtividades, qualidade dos frutos e maior resistência a pragas e doenças (MELO et al., 2014).

Dessa forma, as empresas de sementes desenvolvem novas estratégias, para se adequar às necessidades do setor produtivo, e ajustar às tendências do comportamento do consumidor

(NASCIMENTO, 2015). Sendo assim, torna-se intensa a busca por novas tecnologias que seja capaz de produzir uma semente não só com elevada qualidade fisiológica, mas também física, genética e sanitária (MENDONÇA, 2006).

A produção de sementes de alta qualidade ainda é um dos principais desafios para a pesquisa e para as empresas produtoras. Muitos aspectos sobre produção de sementes de olerícolas devem ser melhor investigados, buscando com isso o aprimoramento das tecnologias para a produção de sementes híbridas (NASCIMENTO, 2015).

Um dos fatores primordiais para o sucesso na produção é uma adubação de forma adequada (MAURI et al., 2005). Nesse aspecto, ainda são escassas as informações em relação à nutrição e adubação das hortaliças destinadas à produção de sementes (CARDOSO, 2011). No início da fase reprodutiva, a exigência nutricional para a maioria das espécies torna-se mais intensa, sendo mais crítica por ocasião da formação das sementes, quando considerável quantidade de nutrientes é para elas translocada (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Sendo assim, uma planta bem nutrida produz maior número de sementes (KANO et al., 2010).

A utilização de micronutrientes para a produção de hortaliças ainda é pouco estudado. O Boro (B) e o Zinco (Zn) por exemplo, são micronutrientes limitantes para a cultura do tomateiro, e condições de deficiência causam interferência no desenvolvimento da planta (MIWA; FUJIWA, 2010). O Boro é importante na germinação do grão de pólen, no transporte de açúcar, atua na síntese da parede celular, respiração, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, metabolismo de ácido indolacético, metabolismo de compostos fenólicos, metabolismo de ascorbato, fixação de nitrogênio e diminuição da toxicidade de alumínio (MARSCHNER, 1995). Já o zinco é responsável pela ativação enzimática, atua no crescimento das plantas pela sua participação na formação do ácido indol acético (AIA), devido a sua participação na síntese do triptofano, que é o precursor do AIA (MALAVOLTA, 1980). Participa na ativação de enzimas que atuam na respiração e outros processos enzimáticos ligados ao metabolismo de carboidratos e proteínas, tem o papel importante na regulação da expressão genética (duplicação de DNA). Esses micronutrientes são essenciais para o funcionamento da ATPase e dos sistemas redox da membrana plasmática (YAMADA, 2000).

O efeito das substâncias húmicas (principalmente os ácidos húmicos e fúlvicos) como bioestimulantes sobre o desenvolvimento vegetal são promissores para a obtenção de resultados científicos, pois este depende do tipo da fonte que são extraídas, do estágio da planta e a dose de aplicação utilizadas (SANTOS et al 2008). As substâncias húmicas (SH) são formadas por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas (SILVA et al., 2011). Dessa forma, são classificadas de acordo com suas solubilidades em meio aquoso em função do pH, são produtos que resultam

da decomposição da matéria orgânica e estimulam as alterações fisiológicas das plantas (CARON et al., 2015). Os ácidos húmicos são solúveis em meio alcalino; no entanto, precipitam com a acidificação. Os ácidos fúlvicos permanecem solúveis com a acidificação do meio alcalino e a humina não se solubiliza em meio alcalino ou ácido. Destacam-se no desenvolvimento radicular, desenvolvimento foliar, aumento na absorção de nutrientes e regulação de enzimas importantes para o metabolismo vegetal, como por exemplo, a H^+ - ATPase e nitrato redutase (ZANDONADI et al., 2014). As SHs influenciam indiretamente no crescimento das plantas, pode aumentar ou reduzir a disponibilidade de nutrientes e a agregação e retenção de água do solo. Por outro lado, podem agir diretamente nas plantas, facilitando a absorção de nutrientes, aumentando a produção de ATP e clorofila e aumentando ou inibindo a atividade de várias enzimas (CANELLAS et al., 2005).

Deste modo, conhecer o processo de nutrição para a produção de sementes e identificar a influência nutricional no rendimento e na qualidade de sementes da cultura são aspectos importantes para se obter sucesso na produção de sementes de tomate com elevado nível de desempenho. Ademais, essas informações poderão contribuir para o estabelecimento de um sistema de produção mais eficiente, na utilização de micronutrientes voltados para a produção de sementes de hortaliças, que não são muito estudados. No entanto, acredita-se que uma adubação inadequada comprometa a produtividade e a qualidade de sementes (CARDOSO, 2011). Desse modo, é importante a busca de pesquisas abordando os estudos com adubação e nutrição na produção de sementes de hortaliças.

Sendo a cultura do tomateiro considerada uma das hortaliças mais exigentes em nutrientes, e os teores e acúmulos destes pela cultura variam de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, a cultivar e o objetivo da produção que se deseja obter. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adubação foliar de Zn e B em combinação com/sem ácido húmico na produção de sementes de tomateiro produzido em cultivo protegido e sua interferência na qualidade fisiológica das mesmas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DO TOMATEIRO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma solanaceae originada da costa oeste da América do Sul, região compreendida entre Equador e Chile. Os cultivos de tomate constituem-se de duas cadeias produtivas, destinados ao consumo *in natura*, que são os tomates de mesa com hábito de crescimento indeterminado, necessitando de tutoramento. Já o tomateiro para fins industriais, utilizado na produção de molhos e outros produtos industrializados, possui o hábito de crescimento determinado que, por sua vez é classificado como rasteiro (NAIKA et al., 2006).

A cultura do tomateiro é muito exigente quanto ao solo, clima e aos tratos culturais, desenvolve-se bem em temperaturas diurnas mais amenas e noturnas reduzidas, com uma diferença de 6-8°C, sendo o ideal variando de 21 e 24°C. Temperaturas inferiores a 10°C e maiores que 36°C reduz o desenvolvimento do tomateiro limitando o florescimento, a frutificação e conseqüentemente a produção (FILGUEIRA, 2000).

Segundo os dados da FAOSTAT (2017), a China é responsável por 31% da produção de tomate no mundo, seguida pela Índia com 11% e pelos Estados Unidos, que produz 8% do volume global. O Brasil encontra-se na nona posição com 2,5% da produção mundial. Segundo o IBGE (2018), a produção no Brasil no ano de 2017 foi estimada em 4,5 milhões de toneladas e a área plantada de 64,6 mil hectares (DOSSA e FUCHS, 2017). Em 2018, a produção correspondeu a 4,084 milhões de toneladas (IBGE, 2019).

Em 2013, a safra brasileira de tomate, totalizou 4 milhões de toneladas, incluindo segmentos de mesa e indústria, sendo que em torno de 24 % da produção foram destinadas à indústria de processamento e o restante para o segmento de consumo *in natura*. Vale salientar que no Brasil, a estatística disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) não distingue os dados entre aos segmentos de mesa e indústria.

2.2 PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS

A exigência do mercado brasileiro consumidor está cada vez mais elevada, levando os produtores a buscar tecnologias para a obtenção de melhores resultados produtivos. E dentre as tecnologias utilizadas destaca-se a produção de sementes híbridas, que é fundamental para que se tenha alta produtividade, uniformidade, qualidade de frutos e tolerância às pragas e doenças (WEBER et al., 2013).

As variedades híbridas geralmente apresentam rendimentos mais altos, os frutos amadurecem de forma precoce e mais uniforme além de apresentar melhor qualidade e maior resistência a patógenos. A hibridação de espécies de hortaliças, neste caso o tomate, visando a

produção de sementes híbridas comerciais contempla as seguintes etapas: emasculação, coleta de pólen, polinização, produção e colheita dos frutos, extração de sementes, secagem e beneficiamento das sementes (NASCIMENTO, 2011). A definição da época mais adequada para a semeadura e as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura são fatores importantes para um bom desempenho de produção. A utilização de isolamento adequado entre os campos de produção e eliminação das plantas atípicas ("*roguing*") visam evitar contaminações genéticas, ou seja, impedir a troca de pólen entre cultivares distintas.

Para a produção de sementes híbridas alguns procedimentos durante a produção devem ser seguidos. A semeadura do progenitor masculino deve ser de 15 dias antes do progenitor feminino, garantindo a sincronização entre o fornecimento de pólen com o período de receptividade dos estigmas das flores dos parentais femininos. A coleta de pólen deve ser de flores completamente abertas do parental masculino; vale salientar a importância de que seja nas primeiras horas do dia, antes das aberturas das anteras (NASCIMENTO, 2015).

A polinização é realizada imediatamente após o processo de emasculação das flores do parental feminino, que consiste na retirada das sépalas e anteras com cuidado e, manualmente, sendo os cruzamentos identificados para facilitar a coleta dos frutos polinizados. A colheita dos frutos de tomate para a produção de sementes, consiste na preferência de frutos completamente maduros, pois nesse estágio, as sementes estarão totalmente desenvolvidas e, caso a colheita tenha sido realizado de frutos não completamente maduros, é indicado mantê-los em local seco e frio por 4-5 dias (BOITEUX et al., 2011). Frutos excessivamente maduros podem apresentar uma anormalidade fisiológica, viviparidade, que consiste na germinação precoce das sementes dentro do fruto, que se deve ao declínio natural que ocorre na maturidade, aliado a redução do potencial osmótico no interior do fruto permitindo que as sementes entrem em contato com a água e germinem (BEWLEY et al., 2013).

A extração das sementes pode ser manual ou mecanizada. O processo de extração mecânica das sementes é feito com o auxílio de equipamento que é utilizado quando há grande volume de frutos, tais como o tomate, berinjela e pepino etc. Dessa forma, os frutos são posicionados na moega, trituradas no moinho, e em seguida, ocorre a separação das sementes e do suco, e a polpa é eliminada (SILVA, 2012; SILVA et al., 2009;). A extração de sementes em pequena escala geralmente é manual, sendo realizada a remoção da mucilagem do fruto e colocados em recipientes; esse material é fermentado de forma natural por um período de 24 a 48 horas em temperatura ambiente. Após o período de fermentação, estas serão lavadas e colocadas para secar em temperatura entre 32°C a 42°C, por um período de 24 horas, e para

completar o processo, as sementes devem ser submetidas à temperatura de 38° C em estufas de secagem (BOITEUX et al., 2011).

Por fim, é realizada a avaliação da qualidade das sementes que é importante ser amostrado e submetido aos testes de germinação e pureza exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Os testes de emergência das plântulas em campo, velocidade de emergência ou o teste de envelhecimento acelerado podem avaliar o vigor das sementes.

2.3 BRS NAGAI

A cultivar BRS NAGAI é um híbrido F1, cujo o hábito de crescimento é indeterminado para cultivo estaqueado, os frutos são alongados do tipo saladete, apresentam formato de redondo a elíptico, são firmes e com coloração externa vermelha escura e brilhante. As plantas são vigorosas, apresentam rápido desenvolvimento inicial e a primeira floração ocorre próximo ao nível do solo, o que favorece um longo período de colheita e elevada produtividade (EMBRAPA, 2018)

Lançado em 2012, o híbrido alcançou uma área de 28 hectares. Já em 2013, essa área expandiu-se para 54,3 hectares. As sementes do híbrido BRS Nagai começaram a ser efetivamente comercializadas em larga escala no biênio 2013/2014. E no triênio 2014/2015/2016 atingiu uma área de 345,6 hectares. Em 3,5 anos de adoção da tecnologia foram cultivados 428 hectares. Rende em torno de 400 caixas por 1000 plantas e o valor de venda de sementes em 2014 foi equivalente a cerca de 7% do mercado de tomate do segmento saladete no Brasil (EMBRAPA, 2016). Este híbrido se adapta bem às condições tropicais e subtropicais, pode ser cultivado em qualquer época do ano e em todas as regiões produtoras, tanto em campo aberto quanto em condições protegidas.

A utilização do BRS Nagai contribui para a redução de custos em virtude de uma menor necessidade do uso de agrotóxicos e apresenta menor demanda por adubação nitrogenada. O híbrido possui tolerância às principais espécies de *Begomovirus*, e resistência a alguns patótipos do *Tomato mosaic vírus* (ToMV). Possui ainda o gene *Sw-5*, que confere resistência a *tospovirus*, responsável pelo vira-cabeça, também apresenta resistência aos fungos causadores da murcha-de-fusário (raças 1 e 2), murcha-de-verticílio (raça 1) e mancha foliar de *Stemphylium* (EMBRAPA, 2011).

2.4 INFLUÊNCIAS NUTRICIONAL DE BORO NA PLANTA

O Boro (B) possui baixa mobilidade na planta e exerce papel importante no processo de florescimento e na formação da semente. Dentre as funções desempenhadas pelo boro destaca-se a participação na formação das paredes celulares, na germinação do pólen, na divisão celular e crescimento do tubo polínico.

É absorvido pelas raízes das plantas na forma de ácido bórico não dissociado (H_3BO_3). O transporte de Boro no xilema é via corrente transpiratória, das raízes para a parte aérea, já no floema, o B é tem pouca mobilidade. Desse modo, não é redistribuído nas plantas, o que provoca o surgimento dos sintomas de carência inicialmente nos órgãos mais novos e nas regiões de crescimento; por isso a planta necessita de um suprimento constante para a prevenção ou correção de carência sendo preferencialmente fornecido via radicular (FAQUIN, 2009).

A deficiência de B nas plantas causa paralisação no desenvolvimento dos meristemas apicais tanto das raízes quanto da parte aérea, vale reforçar que o alongamento da planta é também prejudicado pelo fato que o B tem efeito direto na formação de vasos xilemáticos (crescimento e diferenciação) (GONDIN, 2009). Os sintomas da deficiência consistem de manchas foliares no início da floração, e por ser um micronutriente responsável pela germinação dos grãos de pólen e no crescimento do tubo polínico, e desse modo, pode acarretar a um baixo pegamento das flores (LIMA et al., 2013).

Uma das funções atribuídas ao B é o de facilitar o transporte de açúcares nas membranas celulares, devido a formação do complexo açúcar-borato que facilita a absorção do açúcar pelas membranas. O B também participa da síntese da base nitrogenada uracila, sendo esta a precursora de Uridina Difosfato Glicose (UDPG) uma coenzima responsável pela síntese de sacarose, que é a forma mais importante de açúcar transportado pelas plantas (FANQUIN, 2005). A base nitrogenada uracila é componente do RNA que é responsável pela síntese proteica que, por sua vez participa dos processos importantes nos tecidos meristemáticos, na divisão e diferenciação celular. Por esse motivo, plantas deficientes neste micronutriente apresentam paralisação no desenvolvimento dessas partes meristemáticas (MARSCHNER, 1995).

Estudos relacionados a influência nutricional de B em plantas de tomate tem sido executado. GONDIN (2009) avaliando os efeitos nutricionais do B em plantas de tomate e beterraba verificou que a adubação foliar com B promoveu maior produção de matéria seca do fruto e da planta inteira do tomateiro, porém não foi eficiente para aumentar o teor do micronutriente no tecido novo das hortaliças, inferindo não haver mobilidade do B nas culturas do tomate e da beterraba.

Por outro lado, o mesmo autor observou que a omissão de B na solução nutritiva causou diminuição nos órgãos reprodutivos de tomate e beterraba. Estes mesmos resultados sobre a mobilidade do nutriente foram observados por PRADO et al. (2012), que estudaram a mobilidade do micronutrientes em plantas de tomate e beterraba sob condições de cultivo protegido, e observaram que a aplicação foliar deste elemento não foi tão eficiente quanto a

aplicação via sistema radicular, indicando baixa mobilidade nos tecidos de plantas de beterraba e tomate.

2.5 INFLUÊNCIA NUTRICIONAL DE ZINCO NA PLANTA

O Zinco (Zn) desempenha um papel importante nas plantas, sendo conhecido como ativador enzimático, requerido para a síntese do triptofano e precursor da biossíntese do Ácido Indol Acético (AIA), hormônio responsável pelo crescimento do tecido vegetal (ORIOLE - JUNIOR et al., 2008). Mesmo sendo o micronutriente mais limitante para as culturas, o Zn é absorvido predominantemente como Zn^{2+} ; nessa mesma forma é transportado a longas distâncias, das raízes para a parte aérea pelo xilema. Está presente na composição de inúmeras enzimas além de manter a integridade estrutural da membrana celular que está envolvida na regulação da transcrição do DNA, na síntese e no transporte de RNA (ARAÚJO e SILVA, 2012).

O transporte do Zn, da solução de solo para as raízes, é realizado preferencialmente por difusão. Já no xilema, é transportado através de fluxo de massa até chegar na parte aérea das plantas (ANGELINI, 2018). Este elemento está envolvido em muitas reações do metabolismo celular, incluindo a defesa antioxidativa, síntese proteica e o metabolismo de carboidratos, além da formação da estrutura das auxinas, RNA e ribossomos. Também participa do metabolismo dos fenóis, no aumento do tamanho, multiplicação celular e na fertilidade dos grãos de pólen.

A deficiência de Zn nas plantas inibe o crescimento, uma vez que diminui o nível de RNA o que resulta menor síntese de proteínas e dificuldade na divisão celular, normalmente a sua deficiência diminui o volume celular e reduz o crescimento apical, devido ao distúrbio no metabolismo das auxinas como AIA (ácido indol acético), causando o decréscimo na produção de matéria seca (SOARES et al., 2001).

Em alguns estudos são encontrados relatos relacionados a funcionalidade do Zn na cultura do tomateiro. GUNES et al. (1999) estudaram o seu efeito na redução da toxicidade de B em tomate e observaram que os sintomas de toxidez de B foram reduzidos em plantas em que o Zn foi aplicado. Nesse trabalho, os tratamentos de Zn reduziram o efeito inibitório de B no crescimento das plantas de tomate e verificaram que os níveis de B aumentaram em maior extensão na ausência de Zn aplicado e ambos os tratamentos, Zn e B, aumentaram a concentração de Zn nas plantas. MUSCHITZ et al. (2009), com o objetivo de avaliar o papel da parede celular no acúmulo e tolerância ao Zn em células cultivadas em suspensão de tomate, verificaram que os pesos frescos e secos diminuíram com o aumento da sua concentração, e que a biomassa da parede celular aumentou com o aumento da quantidade de Zn retida no polímero

da parede celular, ou seja, a fixação de Zn assume papel importante na presença da parede celular.

2.6 DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE ÁCIDO HÚMICO EM PLANTAS

As substâncias húmicas (SH) são formadas pela transformação de biomoléculas, durante o processo de decomposição de resíduos vegetais e animais presentes no ambiente (ZADONADI et al., 2014). São fracionadas em função da solubilidade em relação ao nível de pH em: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) e humina (ROSA et al., 1999).

A fração mais bioativa das substâncias húmicas (SHs), são os ácidos húmicos (AHs), que são ácidos orgânicos solúveis em água presentes em diversas fontes orgânicas com coloração escura, possuem diferentes estruturas e composições elementares dependentes de suas fontes de origem (LIMA et al., 2011), e são capazes de promover alterações diretas no metabolismo bioquímico das plantas (ROSA et al., 2009).

Os AHs influenciam no crescimento e desenvolvimento vegetal, aumentando a eficiência da absorção de nutrientes por ativar enzimas que estimulam o transporte de alguns elementos, além de fornecer moléculas orgânicas que promovem e auxiliam no crescimento vegetal (ZANDONADI et al., 2014). Há efeito também dos AHs sobre a nutrição das plantas resultando em incrementos nos teores de macro e micronutrientes, aumentando a disponibilidade de nutrientes, o crescimento e o rendimento das plantas, além de diminuir o efeito prejudicial dos estresses (DORAN et al., 2003; MOSCHINI, 2015).

De acordo com ZANDONADI et al. (2014), a bioatividade das substâncias húmicas no solo pode ser explicada através da interação entre as substâncias húmicas e microorganismos e/ou plantas, e como resposta positiva ou negativa a essa interação apresentam estímulos ou a inibição no desenvolvimento das plantas.

Os efeitos relatados dos AHs estão relacionados com elevada taxa de crescimento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, que são capazes de promover alterações diretas no metabolismo bioquímico, influenciando no seu crescimento e desenvolvimento (JINDO et al., 2012; ROSA et al., 2009).

Existem relatos da ação de AHs na cultura do tomateiro. No trabalho de SUMAN et al. (2017) foi testado níveis de fertirrigação com e sem ácido húmico e as investigações revelaram que a fertirrigação combinada com AHs aumentou a altura de plantas (5,7%), matéria seca total (7,7%), índice de área foliar (3,2%), teor de clorofila e rendimento de frutos e acrescenta que o uso de substâncias húmicas é eficiente para o sistema de produção agrícola. No trabalho de YLDIRIN (2007) foi avaliado o efeito da adubação foliar e do solo com ácidos húmicos sobre a qualidade, crescimento e produtividade de tomate em casa de vegetação, sendo que os dados

mostraram que as aplicações foliares de AH aumentaram a matéria seca em relação ao controle, e que, tanto as aplicações foliares e do solo afetaram positivamente as características dos frutos, diâmetro dos frutos, peso e número de frutos por planta, mostrando sucesso no crescimento e no rendimento em tomate.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ANGELINI, B.G. **Enriquecimento de sementes de feijão e trigo com zinco através da aplicação foliar do micronutriente**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. USP, 2018. 68 p.

ARAÚJO, E.O.; SILVA, M.A.C. Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p.720-727. 2012.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILROST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed., New York: Springer, 2013. 392 p.

BOITEUX, L.S., FONSECA, M.E.N., GIORDANO, L.B., NASCIMENTO, W.M. **Desenvolvimento de cultivares e híbridos de hortaliças**. In: Nascimento, W. M. (Ed.). Hortaliças: Tecnologia de produção de sementes. Brasília, Embrapa Hortaliças, p. 37-57, 2011.

CARDOSO, A. I. I. **Nutrição e adubação em campos de produção de sementes de hortaliças**. In: NASCIMENTO, W.M.(Ed). Hortaliças: tecnologia de produção de sementes. Brasília, Embrapa Hortaliças, p. 109-134. 2011.

CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2015.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5a Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

DAM, B. V., GOFFAU, M. D., DE JEUDE, L., NAIKA, S. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. 2006. Disponível em: <http://www.agromisa.org/wp-content/uploads/Agrodok-17-A-cultura-do-tomate-1.pdf> acesso: maio/2019.

DEMIR, I.; ELLIS, R. H. Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 2, n. 2, p. 81-87, 1992.

DIAS, D. C. F. C. et al. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 308, p. 446-456, 2006.

DORAN, I., C. AKINCI AND M. YILDIRIM. Effects of delta humate applied with different doses and methods on yield and yield components of diyarbakir-81 wheat cultivar. **5º Field Crops Congress**. Diyarbakir. Turkey. p.530-534. 2003.

DOSSA, D.; FUCHS, F. Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados mundial, brasileiro e paranaense. **Boletim Técnico 03**. 2017. Disponível em:<http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/>. Acesso em Ago.2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças (Embrapa –Hortaliças). Relatório de avaliação de impacto tomate brs nagai. Brasília: Embrapa: 2018. 29p.

Disponível em: https://bs.sede.embrapa.br/2017/relatorios/hortalicas_2017_tomatenagai.pdf acesso em: maio/2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa. Soluções tecnológicas: **Tomate BRS Nagai**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1054/tomate-brs-nagai>. Acesso em Ago. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa. **Tomate BRS Nagai: tipo saladete com tolerância a geminivírus e tospovírus**. 2011. Disponível em: <http://amaranto.cpac.embrapa.br/agrobsb/Arquivos/hortalicas/BRSNagai.pdf> Acesso em: Set.2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Melhoramento genético de alface: Embrapa hortaliças lana novas cultivares de alface do tipo crespa. **Hortalicas em Revista** (mala direta). N. 21, 2017.

FAO-FAOSTAT. Database Results. Disponível em: <http://www.fao.org/statistics/databases/en/>. 2017. Acesso em: Julho 2018.

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, p. 186. 2005.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

GONDIM, A.R. de O. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. Tese (Doutorado) – Produção Vegetal, Universidade de São Paulo - Câmpus de Jaboticaba, São Paulo, 76p. 2009.

GÜNEŞ, A., ALPASLAN, M., ÇIKILI, Y., ÖZCAN, H. Effect of zinc on the alleviation of boron toxicity in tomato. **Journal of Plant Nutrition**, v. 22, n. 7, p. 1061-1068, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2018.

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

LIMA, A. D. ARAÚJO V, T. V.AZEVEDO, B. M., MARINHO, A. B., DUARTE, J. M. Adubação borácica na cultura do girassol. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 7, n. 3, p. 269-276, 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 889 p. 1995.

MENDONÇA, R. M. **Rendimento e qualidade de sementes de frutos de tomate em diferentes estádios de maturação produzidos nos sistemas hidropônico e convencional**. Dissertação (Mestrado) – Fitotecnia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 54 p. 2006.

MIWA, K. FUJIWARA, T. Boron transport in plants: co-ordinated regulation of transporters. **Annals of Botany**, v. 105, n. 7, p. 1103-1108, 2010.

MOSCHINI, B. P.; SILVA, C. A. Tomato nutrition and growth as related to the humic acid-boron interaction in contrasting soils. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 3, p. 81-90, 2018. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S0871-018X2018000300009&script=sci_arttext&tlng= acesso: Abril. 2018.

MUSCHITZ, A.; FAUGERON, C.; MORVAN, H. Response of cultured tomato cells subjected to excess zinc: role of cell wall in zinc compartmentation. **Acta physiologiae plantarum**, v. 31, n. 6, p. 1197, 2009.

NANNI, G. S. S. D. C., BUENO, C. E. Influencia de fertilizante foliar com aminoácidos na cultura do tomate, em cultivo protegido. **Revista científica eletrônica de agronomia** –N. 32 . 2017.

NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília, Embrapa Hortaliças, p. 432, 2009.

NASCIMENTO, W.M. Desafios e oportunidades na produção de sementes de hortaliças no Brasil. **SEED NEWS**. maio/jun - Ano XIX - N. 3. 2015. Disponível em: http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=224

ORIOLI JUNIOR, V.; MELLO PRADO, R.; LEONEL, L.C. CAZETTA, D.A.; SILVEIRA, C.M.; QUEIROZ, R.J.B.; GAMA BASTOS, J.C. H. A. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de massa seca de plantas de trigo. **Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal**. v.8, n.1, p.28-36, 2008.

PRADO, R.M.; GONDIM, A.R.O.; CECÍLIO FILHO, A.B.; ALVES, A.U.; CORREIA, M.A.R.; ABREU-JUNIOR, C.M. Foliar and radicular absorption of boron by beetroot and tomato plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.44, p.1435-1443, 2013.

RODDA, M. R. C., CANELLAS, L. P., FAÇANHA, A. R., ZANDONADI, D. B., GUERRA, J. G. M., ALMEIDA, D. L. D., & SANTOS, G. D. A. This is no growth and at hidrolise of ATP in roots of alface tratadas with humatos of vermicomposto. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 649-656, 2006.

ROSA, C. M.; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F. S.; OLIVEIRA, E. S.; LEAL, O. A. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4, p.959-967, 2009.

SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. 636p.

SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; VIGGIANO, J. **Extração de sementes de frutos carnosos de hortaliças**. In: NASCIMENTO, W. M. Tecnologia de sementes de hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, p. 77-102, 2009.

SUMAN, S; SPEHIA, R. S.; SHARMA, V. Humic acid improved efficiency of fertigation and productivity of tomato. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 439-446, 2017.

VIEIRA, J.V. Apresentação in Produção de sementes de tomate. In: NASCIMENTO, W.M. **Produção de Sementes de Hortaliças**. Brasília. 342p. 2014.

WEBER, LUANA C. AMARAL-LOPES, A. C., BOITEUX, L. S., NASIMENTO, W. M. Produção e qualidade de sementes híbridas de berinjela em função do número de frutos por planta. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 461-466, 2013

YAMADA, T. BORO: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? **Potafos - associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato**. Informações agronômicas. N 90, 2000.

YILDIRIM, Ertan. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science**, v. 57, n. 2, p. 182-186, 2007.

ZANDONADI, Daniel B. SANTOS, M. P., MEDICI, L. O., SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 14-20, 2014.

Capítulo I: O efeito do fornecimento de zinco e boro na produção de sementes
de tomateiro em cultivo protegido

RESUMO

A cultivar de tomate BRS Nagai é um híbrido do tipo saladete, possui genes naturais que conferem resistência e/ou tolerância a mais de 40 variantes e raças de patógenos, o que minimiza a dependência de agroquímicos e garante maior sustentabilidade do cultivo de tomate nas condições brasileiras, porém, essa variedade produz poucas sementes, fator limitante para as empresas produtoras de sementes. Partindo desse pressuposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência nutricional na produção de sementes de tomate, híbrido BRS Nagai, em cultivo protegido. O trabalho foi realizado em casa de vegetação da Embrapa Hortaliças – Brasília, DF, em 2018. A semeadura do progenitor feminino (LAM 147) foi realizada 15 dias após a semeadura do progenitor masculino (LAM 156) de modo a sincronizar a coleta do pólen com o período de receptividade dos estigmas para a polinização. O desenho experimental foi em fatorial 4 x 2 sendo 4 relações de nutrientes (boro, zinco, boro + zinco, controle sem aplicação de ambos) e dois níveis de ácido húmico - AH (com e sem). As quantidades de Zn (5kg/ha) e B (3kg/ha) foram aplicados 30% na adubação de base e 70% via foliar, no total de cinco aplicações. Os frutos completamente maduros foram colhidos quando o pericarpo se apresentava vermelho e, em seguida, as sementes foram extraídas manualmente para a realização dos testes. Para o rendimento de sementes, o AH isolado mostrou resultados positivos de modo que, em combinação com os nutrientes (Zn e B) não apresentou diferença estatística.

Palavras-chaves: *Solanum lycopersicum*, rendimento, bioestimulante, nutrição mineral.

ABSTRACT

The cultivar of tomato BRS Nagai is a hybrid of saladete type, has natural genes that confer resistance and/or tolerance to over 40 varieties and races of pathogens, which minimizes dependence on agrochemicals and ensures greater sustainability of growing tomatoes in Brazilian conditions, however, this variety produces few seeds, limiting factor for the companies producing seeds. Starting from this assumption, the objective of this work was to evaluate the nutritional influence on production of tomato seeds, hybrid BRS Nagai, in protected cultivation. The work was carried out in the greenhouse of Embrapa Vegetables-Brasília, DF, in 2018. The seeding of female parent (LAM 147) was held 15 days after the sowing of the male parent (LAM 156) in order to synchronize the collection of pollen with the period of receptivity of the stigmata for pollination. The experimental design was a factorial 4 x 2 in being nutrient relations 4 (boron, zinc, boron, zinc + control without apply) and two levels of humic acid - AH (with and without). Zn (5kg / ha) and B (3kg / ha) were applied 30% in the base and 70% in the total of five applications. The completely mature fruits were harvested when the pericarp was red and then the seeds were manually extracted for the tests. For the seed yield, the isolated AH showed positive results so that, in combination with the nutrients (Zn and B) did not present statistical difference.

Palavras-chaves: *Solanum lycopersicum*, yield, biostimulant, mineral nutrition

1 INTRODUÇÃO

As vantagens de se utilizar híbridos F1 estão fundamentadas na combinação de diferentes características qualitativas e quantitativas. Em hortaliças, as vantagens estão relacionadas à maior uniformidade, vigor da planta, precoce, resistência genética a patógenos e o aumento da produtividade (NASCIMENTO et al., 2011). A grande mudança no setor de sementes foi a conversão do mercado de polinização aberta, geralmente de baixo valor, por cultivares híbridas comercializadas pelas empresas nacionais e multinacionais (NASCIMENTO, 2015).

A produção de sementes híbridas F1 é geralmente realizada em ambiente protegido, pois apresenta vantagens em relação a produção em campo, buscando minimizar as perdas causadas pelas adversidades climáticas e ambientais e com isso diminui os efeitos adversos do excesso de chuva, além de contribuir na redução às pragas e doenças (MENDONÇA et al., 2008; REIS et al., 2012).

Uma planta bem nutrida está em condições de produzir um maior número de sementes viáveis, o que evidencia a influência da nutrição na produção de sementes. No início da fase reprodutiva, a exigência nutricional para a maioria das espécies torna-se mais intensa, sendo mais crítica por ocasião da formação das sementes (KANO et al., 2006; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). De modo geral, a adubação influencia de forma positiva na produção de sementes, sendo observado no melhor desenvolvimento das plantas e das características vegetativas proporcionado pela adubação (MAGRO et al., 2010).

O boro é um elemento essencial na nutrição mineral de plantas, é imóvel no floema e é absorvido pelas raízes como ácido bórico neutro ($B[OH]_3$) e como borato ($B[OH]_4^-$) (MARCHNER, 1995). A função do boro (B) no metabolismo da planta, ainda que não seja claramente definido na literatura, evidências sugerem que ele executa seja em papéis importantes no alongamento da célula, na síntese de ácidos nucléicos e na integridade estrutural da parede celular (CANELLAS, 2005). É essencial para a germinação dos grãos de pólen e crescimento do tubo polínico, metabolismo fenólico e proteico, integridade e funcionamento das membranas celulares (LEITE et al., 2011). As plantas deficientes em B apresentam alguns sintomas característicos, entre eles, a necrose de folhas jovens e gemas terminais, o que reflete a sua baixa mobilidade na planta (GONDIN, 2009). A dominância apical pode também ser afetada e além disso, estruturas como frutos podem exibir necroses ou anormalidades relacionadas com a degradação de tecidos internos. Entre os fatores ambientais não edáficos, a taxa de transpiração é a que mais influencia a absorção de B. O aumento da transpiração

promove o aumento da sua absorção, que é influenciada pela umidade relativa, temperatura e intensidade (REIS et al., 2012).

O zinco (Zn) é absorvido pelas plantas predominantemente como Zn^{2+} ; é transportado das raízes para a parte aérea via xilema e apresenta baixa mobilidade no floema. Alguns nutrientes podem apresentar interações com o Zn, afetando a absorção pelas plantas. As funções do Zn na planta estão relacionadas ao metabolismo de carboidratos e proteínas, e também, formação da estrutura das auxinas e RNA no aumento do tamanho e multiplicação celular e na fertilidade dos grãos de pólen (MALAVOLTA et al., 1991).

Os sintomas de deficiência de Zn estão associados, em sua maior parte, à distúrbios no metabolismo das auxinas, principalmente do ácido indol acético (AIA), que é o fitormônio responsável pelo crescimento das plantas. O Zn é responsável pela realização da síntese de triptofano (Trp), aminoácido precursor do AIA. Em plantas que apresentam deficiência em Zn há desestruturação dos ribossomos, reduzindo a síntese proteica (SANTOS, 2014). Atuam principalmente na constituição das membranas e no acúmulo de carboidratos, lipídeos e proteínas. No entanto, há poucos trabalhos relacionados à adubação e nutrição das plantas destinadas a produção de sementes com sua qualidade fisiológica, e quando se trata de micronutrientes a situação é ainda mais crítica (TEIXEIRA et al., 2005).

Quando se busca produção de sementes, deve-se ter atenção quanto a adubação para que não seja realizada erroneamente comprometendo a produtividade e a qualidade das sementes, pois, dificilmente encontra-se trabalhos que abordem os efeitos dos nutrientes na produção e na qualidade de sementes (CARDOSO, 2011). Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar a influência nutricional de zinco e boro, com e sem o ácido húmico no rendimento de sementes de tomate, híbrido BRS Nagai, em cultivo protegido.

2 OBJETIVOS

Avaliar o efeito da adubação dos micronutrientes Zinco e Boro com e sem ácido húmico na produção de sementes de tomate, híbrido BRS Nagai, em cultivo protegido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido inicialmente na casa de vegetação da Embrapa Hortaliças localizada na fazenda Tamanduá, Brasília-DF, onde ocorreu a produção das sementes do híbrido BRS Nagai de abril a agosto de 2018.

3.1 Produção de sementes do Híbrido BRS Nagai

As sementes do F1 (BRS Nagai) foram produzidas durante o período de abril a agosto de 2018. Salienta-se que a semeadura do progenitor feminino (LAM 147) foi realizada 15 dias após a semeadura do progenitor masculino (LAM 156) de modo a sincronizar a coleta do pólen com o período de receptividade dos estigmas para a polinização. Ambos os parentais foram semeados em bandejas de poliestireno 128 células, no qual após 30 dias de semeadura foram transplantadas em canteiros em cultivo protegido sob *mulching*, para uma melhor cobertura e proteção contra plantas invasoras.

Os botões florais das plantas do parental feminino foram emasculados manualmente, na fase em pré-antese e o pólen das flores das plantas do parental masculino foram coletados por meio de um vibrador artesanal elétrico (Figura 1). A polinização foi realizada diariamente sendo utilizado grampos para identificar os frutos polinizados, facilitando assim a colheita.



Figura 1. Extração do grão de pólen com o vibrador elétrico (A); Polinização da flor após a emasculação (B). Brasília – DF.

A polinização foi realizada diariamente, pela manhã, sendo utilizados grampos para identificar os frutos polinizados durante a fase de colheita. As plantas foram polinizadas até o 8º cacho.

Com relação aos tratos culturais, foi feito a desbrota semanalmente, o tutoramento com fitilho para a condução das plantas, e a poda apical para uma melhor produção e qualidade dos

frutos. A adubação foi feita de acordo com a análise de solo, que apresentou as seguintes características físico-químicas: pH: 6,1; Ca: 7,8 cmol_c / dm³; Mg: 0,5 cmol_c / dm³; H+Al: 2,2 cmol_c / dm³; o Al³⁺ não foi detectado pelo método; B: 0,05 mg/dm³; Zn: 4,6 mg/dm³. Foi aplicada a solução nutritiva em intervalos semanais, por fertirrigação.

Utilizou-se o ácido húmico na dosagem de 25 mg L⁻¹, um fertilizante de origem da matéria-prima Leonardita em formulação líquida composto, por 5,50 g/L (0,5 % p/p) de Nitrogênio, 183,70 g/L (16,7 % p/p) de Ácido húmico, 154,00 g/L (14,0% p/p) de Carbono Orgânico Total, 198,00g/L (18,0% p/p) de Extrato Húmico Total, 14,30 g/L (1,3% p/p) de Ácidos Fúlvicos.

As aplicações foram realizadas com 30% das doses de Zn e B aplicadas na adubação de base, no intervalo semanal, e o restante (70%) aplicados via foliar no início do florescimento, perfazendo um total de 5 aplicações. Foram utilizadas as fontes ácido bórico (3 kg/ha – 2,74 g por tratamento) e sulfato de zinco (5 kg/ha – 3,53 g por tratamento) no volume de 400 L/ha de solução. Desse modo, foi utilizado o costal para as pulverizações correspondendo a 100 ml de solução por tratamento.

Tabela 1. Quantidades de Boro, Zinco e ácido húmico em cada tratamento

Tratamento	Com ácido húmico		Tratamento	Sem ácido húmico	
	kg/ha			kg/ha	
	Zn	B		Zn	B
1	0	0	5	0	0
2	5	0	6	5	0
3	5	3	7	5	3
4	0	3	8	0	3

Fontes utilizadas: Sulfato de Zinco e Ácido Bórico

3.2 Colheita e extração das sementes

A medida que os frutos foram atingindo a maturação fisiológica, identificada pela coloração do fruto, de preferência com 90% do pericarpo vermelho, realizou-se a colheita entre 60 e 70 DAP (PEREIRA, 2004; NASCIMENTO, 2011; CARVALHO e; NAKAGAWA, 2012).

Os frutos colhidos passaram pelo processo de pesagem individual e de medição de comprimento e diâmetro com auxílio do paquímetro. Posteriormente, as sementes foram extraídas pelo processo manual e colocadas para fermentar por um período de 48 horas. Após esse período, as sementes foram lavadas em água corrente, secas à temperatura ambiente por aproximadamente 24h e, posteriormente, transferidas para uma câmara com ventilação a 40°C por mais 24h. Após a secagem, as mesmas foram acondicionadas em embalagens herméticas, seladas e armazenadas em câmara fria à 7°C para realização dos testes.

As sementes foram avaliadas quanto ao grau de umidade através do método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas com três amostras de sementes de 1,0 g para cada tratamento e os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida), conforme Brasil (2009), e massa seca, determinada em quatro repetições de 50 sementes com base no peso final após a secagem em mg semente^{-1} (BRASIL, 2009).

3.3 Rendimentos de sementes

3.3.1 Peso de mil sementes (Pms)

Oito repetições de 100 sementes de cada tratamento foram pesadas em balança analítica. Em seguida calcularam-se os coeficientes de variação (CV) entre as repetições, seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

3.3.2 Peso de mil sementes corrigido (Pmc)

Para o cálculo de rendimento o peso de mil sementes das amostras foi corrigido para 6% de umidade, conforme a equação abaixo, pois, segundo Nascimento et al. (2004) esta é a umidade desejada para o armazenamento das sementes de tomate.

$$Pmc = \frac{(100 - u_i) * P_i}{(100 - U_c)}$$

Onde:

P_i, corresponde ao peso de mil sementes inicial;

U_i, umidade da amostra e;

U_c, umidade corrigida (6%)

3.3.3 Número de sementes por fruto (Nsf)

Para determinar o Nsf utilizou-se a razão entre o peso médio de sementes por fruto (Psf), determinado pela divisão do peso total das sementes pelo número de frutos, em miligramas, e o peso médio de mil sementes corrigido (Pmc), em gramas, conforme a equação abaixo:

$$Nsf: \frac{Psf}{Pmc}$$

3.3.4 Rendimento de sementes (Rts)

O rendimento de sementes (Rts) foi obtido através da razão entre a quantidade de sementes por fruto (Qsf) (determinada pela divisão da massa das sementes por fruto pelo número de frutos colhidos) e a massa média do fruto (Pf) conforme a equação abaixo:

$$Rts = \frac{Qsf}{Pf}$$

3.3 Procedimento estatístico

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, sendo 4 relações de Boro e Zinco, e 2 níveis de bioestimulante (com e sem o ácido húmico) com 4 blocos. Foi feito o desdobramento das interações significativas e as variáveis analisadas foram submetidas a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott através do programa Sistema para Análise de Variância-SISVAR (FERREIRA, 2011). Inicialmente, os dados foram analisados quanto à normalidade de distribuição de resíduos e uniformidade da variância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável número de frutos mostrou diferença significativa ($p < 0,05$), conforme pode ser observado na Tabela 1. Apresentou diferença entre nutrientes isoladamente e, interação entre os fatores: nutrientes (Zinco (Zn), Boro +Zinco, Boro (B) e ácido húmico (AH) (com e sem). Nesse caso, na Tabela 2, mostra as médias dos resultados do desdobramento dos efeitos analisados.

Tabela 1. Análise de variância para número de frutos de tomate por tratamento, do híbrido BRS Nagai. Brasília-DF.

FV	GL	QM	P-value
Nutrientes	3	232.36	0.0001*
Bioestimulante	1	132.03	0.0157 ^{ns}
Nutri*Bio	3	289.94	0.0000*
Bloco	3	17.53	0.4493
CV (%)	19,95		

(ns) - não significativo ($p > 0,05$); (*) diferença significativa ($p < 0,05$) a nível de 5% de significância pelo teste de scott knott.

Para nutrientes, o número de frutos foi superior no tratamento que recebeu as combinações Zn+B+ AH com a média de 36 frutos. O mesmo tratamento em combinações sem o ácido húmico obteve a média inferior de 14 frutos (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de número de frutos (NF) e rendimento de sementes (Rsf) de tomate, BRS Nagai. Brasília, DF. 2018.

Tratamento	NF		Rsf (kg/t)	
	Com ácido húmico	Sem ácido húmico	Com ácido húmico	Sem ácido húmico
Controle	25 bA	27 aA	1,04 aA	0,87 cB
Zinco	15 cA	13 bA	0,95 aB	1,13 aA
Zinco+Boro	36 aA	14 bB	1,05 aA	1,32 bA
Boro	19 cA	23 aA	1,05 aA	0,92 cB
CV(%)	7,45		19,95	

Médias seguidas de mesma letra minúscula entre linhas e, maiúscula entre colunas, não diferem entre si, a nível de 5 % de significância pelo teste de Scott Knott.

Nesse caso, a presença do ácido húmico pode ter potencializado as funções do Zn e B uma vez que o AH tem como característica auxiliar no pegamento e a frutificação da planta. No trabalho de RIBEIRO et al. (2017), em que avaliaram a aplicação de ácido húmico na

produção de sementes de tomateiro industrial, observou-se que houve maior produtividade de frutos quando se utilizaram doses mais altas de AH, os autores afirmam que esse efeito pode estar associado ao maior pegamento dos frutos após o processo de polinização. Além disso, o Zn está envolvido em diversas reações enzimáticas e tem como função maximizar o pegamento das flores, além de ser fundamental para o desenvolvimento e a frutificação das plantas. Como também, é responsável pela produção de energia, sendo essencial para síntese de triptofano e tem impacto positivo no rendimento das culturas (MOUSAVI et al., 2013). Por outro lado, o B é responsável pelo transporte de carboidratos, promove a alteração na síntese dos compostos que compõem a parede celular (pectina, hemicelulose e precursores da lignina), bem como auxilia na fertilidade dos grãos de pólen e no alongamento do tubo polínico.

Para a variável rendimento de sementes, houve interação significativa entre nutrientes (Zinco, Zinco+Boro, Boro) e bioestimulante (com e sem o AH); neste caso, foi feito o desdobramento das interações. Foi observado que o Zn produziu mais sementes sem o ácido húmico, o B apresentou melhores resultados com AH, e os efeitos das combinações entre Zn+B não apresentou diferença significativa dentro dos níveis de bioestimulante, mostrando resultados semelhantes tanto na presença quanto na ausência do AH, não diferindo do controle como mostra a Tabela 2, evidenciando que o resultado não foi influenciado pela presença do ácido húmico.

Os mesmos resultados foram observados para a variável número de sementes por fruto (Tabela 3), sendo que o Zn teve efeito positivo sem o AH, apresentando a média de 37 sementes/fruto, enquanto que, no mesmo nutriente, porém com o AH foi obtido a menor média de 26 sementes/fruto, não diferindo do tratamento Zn+B+AH. Nesse caso, o Zn não mostrou efeitos na presença do AH. Já o B não apresentou diferença estatística em relação ao controle.

Tabela 3. Número de sementes por fruto (Nsf) de tomate, híbrido BRS Nagai. Brasília-DF, 2018.

Tratamento	Nsf	
	Com ácido húmico	Sem ácido húmico
Controle	35 aA	27 bB
Zinco	26 bB	37 aA
Zinco + Boro	30 bB	34 aA
Boro	34 aA	29 bB
CV (%)	8,58	

Médias seguidas de mesma letra minúscula entre linhas; maiúsculas entre colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a nível de 5% de significância.

Alguns trabalhos relatam o uso de ácido húmico na produção de sementes de tomate. RIBEIRO et al. (2017) observaram uma maior produção de sementes de tomate à aplicação de AH no solo, não sendo observado claramente os efeitos para aplicação via foliar, na dose equivalente a 5 mg L^{-1} ; os mesmos autores sugerem a importância da continuidade dos estudos a longo prazo e em diferentes épocas de cultivo afim de elucidar a melhor dose e os mecanismos de ação desse bioestimulante.

No trabalho de KUMAR et al. (2017) foi investigado os nutrientes minerais através da aplicação foliar, necessários para a obtenção do maior rendimento e qualidade de sementes de cebola, e entre os nutrientes estudados (boro, zinco, cálcio e magnésio), e mostrou que a aplicação foliar de Zn foi o que apresentou melhor resultado no rendimento de sementes. Sendo este um micronutriente essencial para a síntese de auxinas, divisão celular e manutenção da estrutura e funções da membrana (GROTZ e GUERINOT, 2006). Os mesmos resultados positivos na produção de sementes de cebola através da aplicação via foliar, foi relatado também no trabalho de RAFIQUE et al. (2011).

O boro é o micronutriente importante para a polinização e desenvolvimento de frutos e sua deficiência causa redução no florescimento e polinização, além de frutos menores, reduzindo significativamente a produção (LEITE et al., 2012). De acordo com MARSCHENER (1995), a exigência por boro para a formação de sementes, geralmente, é maior do que a necessária para o crescimento vegetativo. Para DAVIS et al. (2003), o B é translocado das folhas para os frutos, uma vez que estes autores obtiveram dados positivos quanto ao crescimento e produtividade de tomate sob aplicação foliar, afirmando a translocação do nutriente no floema e absorção pelas folhas.

No presente trabalho, o boro teve resposta no rendimento de sementes na presença do ácido húmico, não diferindo estatisticamente do controle, e dessa forma, mostra o efeito do ácido húmico isoladamente. Por consequência que, os efeitos das substâncias húmicas nas plantas estão relacionados com o aumento na absorção de nutrientes, devido à influência na permeabilidade da membrana que interfere nos processos metabólicos, fisiológicos e na absorção, tornando eficiente o uso de nutrientes pelas plantas (ZANDONADI et al., 2014).

Existem trabalhos que mostram os efeitos das substâncias húmicas no desenvolvimento das plantas, tanto aplicação foliar quanto no solo (ARAGÃO et al., 2013; GONDIN, 2009 e ADANI et al., 1998; AGHAEIFARD et al., 2016, SANTOS et al., 2014) em cebola, tomate, morango e alface, respectivamente. Os ácidos húmicos (AH) são apontados dentre as substâncias húmicas (SHs) existentes, a fração mais bioativa (CANELLAS et al., 2011; LIMA et al., 2011). Contudo, os efeitos nas plantas são muito variáveis, são capazes de promover

alterações diretas no metabolismo bioquímico que influencia o crescimento e desenvolvimento vegetal (ROSA et al., 2009).

O tamanho, o formato e o peso do fruto são atributos importantes de qualidade e tais parâmetros estão relacionados com a uniformidade do produto final (SIDDIQUI et al., 2015). Em relação a variável analisada, peso, diâmetro e comprimento dos frutos não apresentaram diferença estatisticamente entre tratamentos avaliados mostrando os dados ($p>0,05$), corroborando com os mesmos resultados de LIMA (2011), que não obteve efeitos significativos na produtividade e qualidade nos frutos de tomate cultivados sob aplicação de bioestimulante. SUMAN et al. (2017) observaram que, além do aumento no número de frutos de tomate por planta, notaram o maior peso médio dos frutos, influenciado sob a aplicação do AH, porém, a aplicação foi via fertirrigação, sugerindo assim, novas pesquisas em relação a produtividade e peso dos frutos de tomateiro com o AH através do método de fertirrigação.

São levantadas propostas de pesquisas para avaliar os mecanismos de ação que expliquem o aumento do teor e absorção pelas plantas nos tecidos vegetais através da utilização de SHs. Em algumas hortaliças, observa o teor de nutrientes nas folhas ao utilizar as SHs, que podem tanto aumentar ou diminuir dependendo de fatores como a fonte de extração, as doses, o modo e período de aplicação (ZANDONADI et al., 2014). De acordo com CANELLAS e SANTOS (2005), o uso de SHs favorece a absorção de nutrientes pelas plantas por aumentar a permeabilidade da membrana plasmática e ativar as enzimas transmembranares $H^+ - ATPase$. A continuidade dos estudos a longo prazo e em diferentes épocas de cultivo são necessários para elucidar a melhor dose e os mecanismos de ação desses bioestimulantes (RIBEIRO et al., 2017).

O peso de mil sementes é utilizado para calcular a densidade de semeadura e o número de sementes por embalagem (BRASIL, 2009). É uma informação que orienta quanto ao tamanho das sementes, assim como de seu estágio de maturidade. Os dados mostram que o PMS não apresentou diferença entre os tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 4). O peso de mil sementes da maioria das cultivares de tomate varia de 2,5 a 3,5 g (NASCIMENTO et al., 2012), sendo assim, possível observar que apesar de não apresentar diferença significativa entre os fatores, mostra que as sementes do híbrido BRS Nagai, apresentam um peso superior de 4,0 a 4,3g. Além disso, o peso das sementes está relacionado à quantidade de reservas armazenadas e sementes de uma mesma espécie com maior peso, apresentam qualidade fisiológica superior (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Tabela 4. Resultados de peso de mil sementes (PMS); massa seca da semente (MSs) do híbrido BRS Nagai sob influência nutricional. Brasília-DF

Tratamento	PMS (g)		MSs (mg -1)	
	Com AH	Sem AH	Com AH	Sem AH
Controle	4,1 a	4,3 a	4,3 a	4,3 a
Zn	4,3 a	4,0 a	4,3 a	4,3 a
Zn+B	4,3 a	4,2 a	4,3 a	4,1 a
B	4,0 a	4,0 a	4,5 a	4,2 a
CV (%)	3,20		4,31	

Médias seguidas de mesma letra minúscula entre linhas não diferem entre si nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de scott knott.

Os resultados refletiram ao mesmo tempo no peso da matéria seca das sementes, que tem sido apontado como o melhor índice do estágio de maturação das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Na Tabela 4, observa que a matéria seca das sementes de tomate, híbrido BRS Nagai, não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). Alguns trabalhos mostram a relação do conteúdo de matéria seca das sementes de tomate em função dos diferentes estádios de maturação do fruto, ou armazenamento pós colheita BORGES (2018), RIBEIRO (2004) MENDONÇA et al. (2008), DIAS et al. (2006). A semelhança entre os resultados denota que as sementes alcançaram o máximo de massa seca, no período de colheita para a realização dos testes, não sendo influenciados pelos elementos aplicados (micronutrientes e ácidos húmicos).

5 CONCLUSÃO

O rendimento de sementes de tomate pode ser obtido com a utilização de ácido húmico isoladamente. Vale observar a atuação do micronutriente Zinco que, mostrou resultados na ausência do ácido húmico, enquanto o Boro mostrou efeitos em combinação com o ácido húmico.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ADANI F; GENEVINI P; ZACCHEO P; ZOCCH G. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition* 21: 561-575

AGHAEIFARD, F., BABALAR, M., FALLAHI, E., AHMADI, A. Influence of humic acid and salicylic acid on yield, fruit quality, and leaf mineral elements of strawberry (*Fragaria× Ananassa* duch.) cv. Camarosa. **Journal of Plant Nutrition**, v. 39, n. 13, p. 1821-1829, 2016.

ARAGÃO, C. A.; BARROS, J. P.; DANTAS, B. F. Aplicação de ácidos húmicos em cebola na região do Vale do Submédio São Francisco. **Revista Sodebras**. v. 8, n. 91. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.

CANELLAS, L. P.; DANTAS, D. J.; AGUIAR, N. O.; PERES, L. E. P.; ZSÖGÖN, A.; OLIVARES, F. L.; DOBBSS, L. B.; FAÇANHA, A. R.; NEBBIOSO, A.; PICCOLO, A. Probing the hormonal activity of fractionated molecular humic components in tomato auxin mutants. **Annals of Applied Biology**, v.159, n.2, p.202-211, 2011.

CANELLAS, L.C.; SANTOS, G.A. **Humosfera: Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes, 309p. 2005.

CARDOSO, A. I. I. **Nutrição e adubação em campos de produção de sementes de hortaliças**. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed). Hortaliças: tecnologia de produção de sementes. Brasília, Embrapa Hortaliças, p. 109-134. 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5a Ed. Jaboticabal: FUNEP, 590p. 2012.

DAVIS, J.M.; SANDERS, D.C.; NELSON, P.V.; LENGNICK, L.; SPERRY, W.J. Boron Improves Growth, Yield, Quality, and Nutrient Content of Tomato. *American Society for Horticultural Science*, v.128, p.441-446, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** 35: 1039-1042. 2011.

GONDIM, A.R. de O. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. Tese (Doutorado) – Produção Vegetal, Universidade de São Paulo - Câmpus de Jaboticaba, São Paulo, 76p. 2009.

GROTZ, N.; GUERINOT, M. L.. Molecular aspects of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research**, v. 1763, n. 7, p. 595-608, 2006.

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/778234/1/B456D8A9d01.pdf>

KANO, C., CARDOSO, A. I. I., HIGUTI, A. R. O., & VILLAS BOAS, R. L. Doses de potássio na produção e qualidade de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, p. 356-359, 2006.

KUMAR, S.; TOMAR, B.S.; SAHARAWAT, Y.S.; ARORA, A. Foliar Spray of mineral nutrients enhanced the growth, seed yield, and quality in onion (*Allium cepa* L.) cv. Pusa Riddhi. **Journal of Plant Nutrition**. v. 41, n. 9 p. 1155-1162. 2018.

LEITE, R. F. C., SCHUCH, L. O. B., AMARAL, A. D. S., TAVARES, L. C. Rice seed yield and quality as a function of boron fertilization. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 785-791, 2011.

LIMA, A. A., ALVARENGA, M. A. R., RODRIGUES, L., CARVALHO, J. G. Concentração foliar de nutrientes e produtividade de tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácidos húmicos. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 63-69, 2011.

MAGRO, F. O.; ARRUDA, N.; CASA, J.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M. Composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 596-602, 2010.

MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A. E.; PAULINO, V. T. Micronutrientes: uma visão geral. Piracicaba: POTAFOS, 1991.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 638 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 889 p. 1995.

MENDONÇA, R. M.; LUZ, J. M. Q.; GARCIA, C. C. Qualidade de sementes de tomate colhidas em diferentes estádios de maturação, produzidas nos sistemas hidropônico e convencional. FAZU em Revista. 5: 39-45. 2008.

MOUSAVI, S. R., GALAVI, M. REZAEI, M.. Zinc importance for crop production—a review. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, v. 4, n. 1, p. 64-68, 2013.

NASCIMENTO, W. M (ed.). **Hortaliças: Tecnologia de Produção de Sementes**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 316p. 2011.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.211-214,2005.

NASCIMENTO, W. M; MELO, P. C. T.; FREITAS, R. A. **Produção de sementes**. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Eds). Produção de Tomate para Processamento Industrial. Embrapa Hortaliças. Brasília, DF. 2012. p. 53-75.

PEREIRA, F.P. **Produção e qualidade de semente de tomate em função do estágio de maturação do fruto e da ordem de frutificação na planta**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

RAFIQUE, E., MAHMOOD-UL-HASSAN, M., ISHAQ, M., KHOKHAR, K. M. Determining the zinc requirement of onion by seed analysis. **Journal of plant nutrition**, v. 34, n. 4, p. 492-503, 2011.

REIS, L. S., DE SOUZA, J. L., DE AZEVEDO, C. A., LYRA, G. B., JUNIOR, R. A. F., LIMA, V. L.. Componentes da radiação solar em cultivo de tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 16, n. 7, 2012.

RIBEIRO, W. B.; TOMAZINI, R.; SILVA, J. **Humic acid application for seed production of tomates dor industrial processing**. In: Simpósio de trabalho de conclusão de curso, Seminários de IC, 12. p. 284-288, 2017.

ROSA, C. M.; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F. S.; OLIVEIRA, E. S.; LEAL, O. A. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4, p.959-967, 2009.

SANTOS, A. C. M., ANDRADE, C. A. O., FREITAS, G. A., SILVA, D. B., SILVA, R. J., SILVA, R. R. Concentrações de ácido húmico e nitrogênio na produção de mudas de *Lactuca sativa* L. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Amazônia Oriental, **Anais... Trabalhos completos**, Gurupi-TO, p. 73, 82. 2014.

SANTOS, I.S.; BARBEADO, C.J.; PIPITAI, R.; FERREIRA, S.M.; NAKAGAWA, J. Estudo da relação Ca x B na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**. v.8, p.19-23, 1990.

SANTOS, J. O. D. **Deficiência e excesso de zinco em mudas de cafeeiro: metabolismo de carboidratos e respostas antioxidantes**. Dissertação (Mestrado) Programa de pós-graduação em Agronomia- Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras – MG, 2014.

SIDDIQUI, M. W.; AYALA-ZAVALA, J. F.; DHUA, R. S. Genotypic variation in tomatoes affecting processing and antioxidant attributes. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 55, n. 13, p. 1819-1835, 2015.

SOARES, C. R. F. S., GRAZZIOTTI, P. H., SIQUEIRA, J. O., CARVALHO, J. D., MOREIRA, F. M. S. Toxidez de zinco no crescimento e nutrição de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 339-348, 2001.

SUMAN, S.; SPEHIA, R. S.; SHARMA, V. Humic acid improved efficiency of fertigation and productivity of tomato. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 439-446, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre:Artemed, 954p, 2013.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G.A.A.; ANDRADE, M.J.B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia, Campinas**, v.64, n.1, p.83-88, 2005.

ZANDONADI, Daniel B. SANTOS, M. P., MEDICI, L. O., SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 14-20, 2014.

Capitulo II: A influência da aplicação de Zinco e Boro com e sem ácido húmico
na qualidade fisiológica das sementes de tomate

RESUMO

A concentração de nutrientes nas sementes pode afetar o potencial fisiológico e o desenvolvimento das plantas. O efeito de nutrientes aplicado ao solo ou via foliar na qualidade de sementes de tomate tem sido pouco estudado. Desta forma, investigar a influência de nutrientes aplicados e a interferência na qualidade e vigor das sementes, é uma estratégia para identificar os melhores nutrientes a serem utilizados para a obtenção de sementes bem nutridas, um estande uniforme em campo, plantas vigorosas e sucesso na produção. Partindo desse pressuposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de zinco e boro com e sem ácido húmico em resposta a absorção pelas sementes e a influência na qualidade fisiológica das sementes de tomate (híbrido BRS Nagai). As sementes foram submetidas ao teste de germinação, primeira contagem, IVG, massa seca da parte aérea, envelhecimento acelerado com solução salina, emergência em casa de vegetação e o peso de mil sementes. Foi realizada ainda a caracterização química das sementes. As amostras de sementes foram submetidas, após moídas, a alta temperatura e a emissão atômica com fonte de indução de plasma acoplado (ICP/OES). O experimento foi em ensaio fatorial 4x2, sendo quatro níveis de nutrientes, Boro (B), Zinco (Zn), B+ Zn, controle, e dois níveis de ácido húmico, com e sem. Os resultados mostraram para a qualidade fisiológica e vigor das sementes que, apesar do ácido húmico não ter influenciado na ação dos nutrientes, a combinação boro com ácido húmico foi satisfatória. De forma que, o ácido húmico aumentou a eficiência de absorção desse elemento.

Palavras-chaves: sementes, nutrição mineral, adubação foliar, translocação, nutrientes.

ABSTRACT

The concentration of nutrients in the seeds may affect the physiological potential and development of the plants. The effect of nutrients applied to the soil or foliar route in the quality of tomato seeds has been little studied. In this way, to investigate the influence of applied nutrients and the interference in the quality and vigor of the seeds, is a strategy to identify the best nutrients to be used to obtain well-nourished seeds, a uniform stand in the field, vigorous plants and successful production. Based on this assumption, the objective of this work was to evaluate the effect of zinc and boron application with and without humic acid in response to seed uptake and influence on the physiological quality of tomato seeds (BRS Nagai hybrid). The seeds were submitted to germination test, first count, IVG, aerial part dry mass, accelerated aging with saline solution, greenhouse emergency and the weight of one thousand seeds. The chemical characterization of the seeds was also carried out. The seed samples were submitted, after grinding, to high temperature and the atomic emission with a coupled plasma induction source (ICP / OES). The experiment was carried out in a 4x2 factorial test, with four nutrient levels, Boron (B), Zinc (Zn), B + Zn, control and two levels of humic acid, with and without. The results showed for the physiological quality and vigor of the seeds that, although the humic acid did not influence the action of the nutrients, the boron and humic acid combination was satisfactory. Thus, humic acid increased the absorption efficiency of this element.

Palavras-chaves: seeds, mineral nutrition, foliar fertilization, translocation, nutrients.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro é considerada, dentre as hortaliças, uma das espécies mais exigentes em adubação devido ao seu alto potencial produtivo (EMBRAPA, 2006; TRANI et al., 2015). A exigência nutricional para a cultura torna-se mais intensa na fase reprodutiva, por ocasião da considerável quantidade de nutrientes que é translocada durante o período de formação das sementes, influenciando a formação do embrião e dos órgãos de reserva como também na composição química e que, possivelmente afeta sua qualidade (CARDOSO, 2011; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). De acordo com KANO et al. (2010), a planta bem nutrida produz um maior número de sementes, evidenciando a importância da nutrição para a produção de sementes. Desse modo, é fundamental conhecer as exigências nutricionais para se obter resultados positivos de desenvolvimento e produção da cultura.

Ainda são escassas as informações relacionadas à nutrição e adubação de hortaliças destinadas à produção de sementes, e as informações são limitadas, pois é um assunto pouco estudado (CARDOSO, 2011). Sabe-se que os micronutrientes são utilizados em pequenas quantidades pelas plantas, no entanto, sua deficiência compromete significativamente a produção. O Boro (B) e o Zinco (Zn) são micronutrientes que mais limitam a produtividade das culturas.

O B é essencial para a divisão celular, o alongamento de tecidos meristemáticos, fertilidade de flores masculinas, germinação e alongamento do tubo polínico, bem como formação de frutos e sementes. A deficiência desse micronutriente afeta a fertilidade masculina e o grão de pólen, sendo assim, prejudica a microsporogênese e o crescimento do tubo polínico e os efeitos pós-fertilização resulta em aborto de sementes, formação de embriões incompletos ou danificados e frutos deformados (FURLANI et al., 2003).

O Zn desempenha um papel importante nas plantas, é um ativador enzimático presente na composição de inúmeras enzimas. Auxilia na síntese do triptofano, que é o precursor da biossíntese do Ácido Indol Acético (AIA), hormônio responsável pelo crescimento do tecido vegetal (ORIOLE-JUNIOR et al., 2008). Esse nutriente é fundamental para a síntese de proteínas, e sua composição está envolvida na regulação da transcrição do DNA, na síntese e no transporte de RNA (TAIZ e ZEIGER, 2013). A deficiência desse micronutriente reduz o crescimento da planta, ocasionado pela inibição da síntese de proteínas que resulta em um consumo mais baixo de carboidratos, conseqüentemente diminui a fotossíntese, o nível de RNA que causa menor síntese de proteínas e dificuldade na divisão celular.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000) devido à falta de informações, tem sido necessário o desenvolvimento de estudos e pesquisas em busca de respostas sobre a relação da

adubação e nutrição em plantas que são destinadas a produção de sementes para assim, melhor adequar a recomendação correta visando também a qualidade fisiológica de sementes. Portanto, quando o assunto é produção de sementes, deve-se ter cautela com a adubação para que não seja aplicado de forma inadequada e comprometa a produtividade e a qualidade das sementes (CARDOSO, 2011).

Partindo desse pressuposto o estudo teve como objetivo avaliar a influência nutricional de Zinco e Boro, em combinações com e sem ácido húmico na absorção dos nutrientes pelas sementes e na qualidade fisiológica e no vigor das sementes de tomate, híbrido BRS Nagai.

2 OBJETIVO

Avaliar a influência da adubação de zinco e boro, com e sem ácido húmico, e o efeito da absorção na qualidade e no vigor das sementes de tomate, híbrido BRS Nagai, em cultivo protegido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Hortaliças, Brasília – DF. Inicialmente, a produção dos híbridos, BRS Nagai, foi realizada em cultivo protegido, sendo que as análises de qualidade fisiológica, vigor e caracterização química das sementes, foram realizados no laboratório de sementes e laboratório de fertilidade do solo da Unidade, no período entre outubro a dezembro de 2018. Foram realizadas as determinações da qualidade fisiológica e dos teores de nutrientes presentes nas sementes.

3.1 Produção de sementes do Híbrido BRS Nagai

As sementes do F1 (BRS Nagai) foram produzidas durante o período de abril a agosto de 2018. Salienta-se que a semeadura do progenitor feminino (LAM 147) foi realizada 15 dias após a semeadura do progenitor masculino (LAM 156) de modo a sincronizar a coleta do pólen com o período de receptividade dos estigmas para a polinização. Ambos os parentais foram semeados em bandejas de poliestireno 128 células, no qual após 30 dias de semeadura foram transplantadas em canteiros em cultivo protegido sob *mulching*, para uma melhor cobertura e proteção contra plantas invasoras.

Os botões florais das plantas do parental feminino foram emasculados manualmente, na fase em pré-antese e o pólen das flores das plantas do parental masculino foram coletados por meio de um vibrador artesanal elétrico (Figura 1). A polinização foi realizada diariamente sendo utilizado grampos para identificar os frutos polinizados, facilitando assim a colheita.



Figura 1. Extração do grão de pólen com o vibrador elétrico (A); Polinização da flor após a

A adubação foi feita de acordo com a análise de solo, que apresentou as seguintes características físico-químicas: pH: 6,1; Ca: 7,8 $\text{cmol}_c / \text{dm}^3$; Mg: 0,5 $\text{cmol}_c / \text{dm}^3$; H+Al: 2,2 $\text{cmol}_c / \text{dm}^3$; o Al³⁺ não foi detectado pelo método; B: 0,05 mg/dm^3 ; Zn: 4,6 mg/dm^3 . Foi aplicada a solução nutritiva em intervalos semanais, por fertirrigação.

Utilizou-se o ácido húmico na dosagem de 25 mg L^{-1} , um fertilizante de origem da matéria-prima Leonardita em formulação líquida composto, por 5,50 g/L (0,5 % p/p) de

Nitrogênio, 183,70 g/L (16,7 % p/p) de Ácido húmico, 154,00 g/L (14,0% p/p) de Carbono Orgânico Total, 198,00g/L (18,0% p/p) de Extrato Húmico Total, 14,30 g/L (1,3% p/p) de Ácidos Fúlvicos.

As aplicações foram realizadas com 30% das doses de Zn e B aplicadas na adubação de base , no intervalo semanal, e o restante (70%) aplicados via foliar no início do florescimento, perfazendo um total de 5 aplicações. Foram utilizadas as fontes ácido bórico (3 kg/ha – 2,74 g por tratamento) e sulfato de zinco (5 kg/ha – 3,53 g por tratamento) no volume de 400 L/ha de solução. Desse modo, foi utilizado o costal para as pulverizações correspondendo a 100 ml de solução por tratamento.

Tabela 1. Quantidades de Boro, Zinco e ácido húmico em cada tratamento

Tratamento	Com ácido húmico		Tratamento	Sem ácido húmico	
	kg/ha			kg/ha	
	Zn	B		Zn	B
1	0	0	5	0	0
2	5	0	6	5	0
3	5	3	7	5	3
4	0	3	8	0	3

Fontes utilizadas: Sulfato de Zinco e Ácido Bórico

Os frutos de tomate foram colhidos completamente maduros, com o pericarpo vermelho. Após a colheita de frutos, as sementes foram extraídas manualmente e colocadas para fermentar por um período de 48 horas. Após esse período, as sementes foram lavadas em água corrente, secas à temperatura ambiente por aproximadamente 24h e, posteriormente, transferidas para uma câmara com ventilação a 40°C por mais 24h. Após a secagem, as mesmas foram acondicionadas em embalagens herméticas, seladas e armazenadas em câmara fria à 7°C para realização dos testes.

3.2 Rendimento de sementes

3.2.1 Peso de mil sementes (Pms)

Oito repetições de 100 sementes de cada tratamento foram pesadas em balança analítica. Em seguida calcularam-se os coeficientes de variação (CV) entre as repetições, seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

3.2.2 Peso de mil sementes corrigido (Pmc)

Para o cálculo de rendimento o peso de mil sementes das amostras foi corrigido para 6% de umidade, conforme a equação abaixo, pois, segundo Nascimento et al. (2004) esta é a umidade desejada para o armazenamento das sementes de tomate.

$$Pmc = \frac{(100-Ui)*Pi}{(100-Uc)}$$

Onde:

Pi, corresponde ao peso de mil sementes inicial;

Ui, umidade da amostra e;

Uc, umidade corrigida (6%)

3.3 Qualidade Fisiológica

3.3.1 Teste de germinação (TG): Quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento foram distribuídas sobre duas folhas de papel de germinação umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa seca do substrato, dispostas no interior de caixas de plástico tipo gerbox e expostas à faixa de temperatura 20-30°C, com fotoperíodo ajustado para 8 horas de luz e 16 horas de escuro. As avaliações foram realizadas aos 14 dias após a semeadura segundo as recomendações das Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

3.3.2. Primeira contagem de germinação (PC): realizada durante o teste de germinação, constituindo do registro da percentagem de plântulas normais presentes no quinto dia após o início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

3.3.3 Índice de velocidade de germinação: determinado conjuntamente ao teste de germinação, por meio da contagem do número de sementes germinadas diariamente, a partir da emissão da radícula, até a estabilização do estande e calculado segundo a equação abaixo proposta por MAGUIRRE (1962).

$$IVG = \Sigma \left(\frac{ni}{ti} \right)$$

ni = número de sementes germinadas diariamente; N1, N2...Nn,

ti = número de dias de semeadura à primeira, segunda ... última contagem.

3.3.4 Emergência de plântulas em casa de vegetação: foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes em cada tratamento, sendo semeadas em bandejas multicelulares de poliestireno expandido com 200 células, contendo substrato comercial. A irrigação foi realizada diariamente e a avaliação ocorreu aos 14 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.3.5 Massa seca da Parte Aérea: foram semeadas 50 sementes de cada tratamento com 4 repetições, em bandeja de poliestireno, e aos 30 dias as plântulas foram separadas da parte aérea e raiz. Para a massa seca, a parte aérea foi determinada utilizando-se estufa de circulação forçada de ar regulada para operar à temperatura de 65°C, até atingir peso constante e, em seguida, pesada em balança analítica (Precisão 0,01g).

3.3.6 Envelhecimento acelerado em solução salina (EA): quatro amostras de 50 sementes de cada tratamento, foram uniformemente distribuídas sobre uma tela de alumínio, dispostas em caixas gerbox, contendo no fundo, 40mL de solução de cloreto de sódio (NaCl) 40%. As caixas foram fechadas e mantidas a 41°C, por 72 horas em câmara de envelhecimento (PARNOBIANCO e MARCOS-FILHO, 2001). Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. As avaliações foram feitas aos cinco dias após a semeadura.

3.4 Caracterização química das sementes

Amostras de sementes dos diferentes tratamentos foram secas em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 65 – 70°C até obtenção de peso constante. Após a secagem, a determinação da massa da matéria seca foi realizada utilizando balança de precisão analítica e, em seguida, o teor dos nutrientes nas sementes foi determinado após solubilização ácida (8 mL de HNO₃ + 2 mL HCl) de 2,000 g de amostra em forno de micro-ondas (Marca CEM, modelo MarsXpress). Os macros e micronutrientes foram dosados por espectrofotometria de emissão atômica com fonte de indução de plasma acoplada (ICP/OES), marca Shimadzu, modelo ICPE-9000.

3.5 Procedimento Estatístico

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, sendo 4 relações de Boro e Zinco, e 2 níveis de bioestimulante (com e sem o Ácidos húmicos) com 4 blocos. Foi feito o desdobramento das interações significativas e as variáveis analisadas a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott através do programa Sistema para

Análise de Variância-SISVAR (FERREIRA, 2011). Inicialmente os dados foram analisados quanto à normalidade de distribuição de resíduos e uniformidade da variância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso de mil sementes é utilizado para calcular a densidade de semeadura e o número de sementes por embalagem (BRASIL, 2009). É uma informação que orienta quanto ao tamanho das sementes, assim como de seu estágio de maturidade. Além disso, o peso das sementes está relacionado à quantidade de reservas armazenadas e sementes de uma mesma espécie com maior peso, apresentam qualidade fisiológica superior (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Os dados mostram que o PMS não apresentou diferença entre os fatores avaliados ($P>0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados de peso de mil sementes (PMS) e massa seca da semente (MSs) do híbrido BRS Nagai sob influência nutricional. Brasília-DF

Tratamento	PMS (g)		MSs (mg ⁻¹)	
	Com AH	Sem AH	Com AH	Sem AH
Controle	4,1 a	4,3 a	4,3 a	4,3 a
Zn	4,3 a	4,0 a	4,3 a	4,3 a
Zn+B	4,3 a	4,2 a	4,3 a	4,1 a
B	4,0 a	4,0 a	4,5 a	4,2 a
CV (%)	3,20		4,31	

Médias seguidas de mesma letra minúscula entre linhas não diferem entre si nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Sscott Knott.

Os resultados refletiram ao mesmo tempo no peso da matéria seca das sementes, que tem sido apontado como o melhor índice do estágio de maturação das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). O peso da matéria seca das sementes de tomate, híbrido BRS Nagai, nos diferentes tratamentos, não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Alguns trabalhos mostram a relação do conteúdo de matéria seca das sementes de tomate em função dos diferentes estádios de maturação do fruto (BORGES, 2018; RIBEIRO, 2004; MENDONÇA et al., 2008), e/ou armazenamento pós colheita (DIAS et al., 2006). A similaridade entre os resultados denota que as sementes alcançaram o máximo de massa seca no período de colheita para a realização dos testes não sendo influenciados pelos elementos aplicados (micronutrientes e ácidos húmicos).

O teste de primeira contagem de sementes realizada conjuntamente ao teste de germinação serve para identificar as plantas mais vigorosas ao apresentarem maior porcentagem de germinação (BRASIL, 2009). Além do mais, esta característica também é utilizada como um dos testes de vigor para avaliação das sementes, sendo os lotes com maior porcentagem de germinação considerados mais vigorosos (MARCOS-FILHO, 2015). Os dados mostraram que, para primeira contagem houve interação significativa entre ácido húmico e

nutrientes ($p>0,05$) conforme mostra na Tabela 2. O desdobramento da interação apresentou que os nutrientes apresentaram melhor desempenho na presença do AH, sendo as médias superiores ao controle (24 %). Observa-se o efeito positivo do Zinco (Zn) sem o AH (34 %) (Tabela 3).

Tabela 2. Valores de $Pr>F_c$ de Primeira contagem (PC), Germinação (%), Índice de Velocidade de germinação (IVG), Massa seca da parte aérea (MSPA), Envelhecimento acelerado (EA) e Emergência de plântula (EP) de sementes de tomate Brasília, 2018.

FV	PC (%)	GER (%)	IVG (%)	MSPA (g)	EA (%)	EP (%)
Nutrientes	0.0000 *	0.2832 ^{ns}	0.2789 ^{ns}	0.0038*	0.0003*	0.0719 ^{ns}
Ácido húmico	0.0012 *	0.6477 ^{ns}	0.0070*	0.6719 ^{ns}	0.0535*	0.2132 ^{ns}
Nutri*AH	0.0232 *	0.0012*	0.0211*	0.0130 *	0.0000*	0.2209 ^{ns}
CV (%)	9,09	6.28	9.73	8.99	12.91	14.52

ns- não significativo; * apresentou diferença significativa a nível de 5% de significância pelo teste de scoot knott. Para emergência de plântulas (EP) foi usado o teste de Tukey (5%).

Tabela 3. Médias das análises primeira contagem (PC), germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tomate Embrapa Hortaliças, 2018.

Tratamento	PC (%)		GER (%)		IVG	
	Com AH	Sem AH	Com AH	Sem AH	Com AH	Sem AH
Controle	24 bA	13 cB	86 aA	86 aA	7 aA	7 aA
Zinco	31 aA	35 aA	88 aA	91aA	8 aA	8 aA
Boro+Zinco	31 aA	24 bB	85 aB	94 aA	8 aA	7 aA
Boro	31 aA	23 bB	93 aA	77 aB	8 aA	6 bB
CV (%)	16,85		6.28		9.73	

Médias seguidas de mesma letra minúscula entre linhas e; maiúsculas entre colunas não diferenciam entre si a nível de 5% de significância pelo teste de Scott Knott.

A germinação de sementes apresentou interação entre os fatores analisados (nutrientes e ácido húmico) (Tabela 2). Nesse caso, através do desdobramento que foi realizado, mostrou-se que as sementes mantiveram a germinação acima do valor mínimo de 80% recomendado para comercialização, exceto o tratamento Boro sem AH que apresentou baixo percentual com 77% de germinação. Ao analisar o comportamento do ácido húmico, foi observado que o tratamento que recebeu as combinações Zn+B sem AH apresentou a maior germinação com 94%, aproximadamente ao tratamento Boro com AH com 93%, não diferindo do controle. Desse modo, o mesmo tratamento apresentou os resultados semelhantes para germinação e índice de velocidade de germinação. Em relação ao fator ácido húmico, foi observado que os melhores resultados se deram na presença do ácido húmico, exceto o tratamento Zn+B+ AH que apresentou o menor resultado para germinação (Tabela 3), o que pode ter ocorrido no tratamento Zn+B sem AH, um sinergismo dos elementos elevando a porcentagem de germinação.

O índice de velocidade de germinação, em decorrência dos resultados da germinação, apresentou interação entre os fatores estudados. Os resultados foram similares ao da germinação, sendo que os resultados não apresentaram diferença significativa entre si, exceto o tratamento B sem AH com a menor germinação com apenas 6 sementes germinadas/dia (Tabela 3), contrariamente ao tratamento B com AH (8 sementes germinadas/dia). Desse modo, foi observado que apesar do ácido húmico não ter influenciado na ação dos nutrientes, o boro teve melhor resposta na presença do ácido húmico, de forma que aumentou a eficiência de absorção desse elemento e o Zn não teve influência na utilização do ácido húmico (AH).

Através da caracterização química das sementes, foi possível avaliar o teor dos nutrientes encontrados nas sementes decorrente da adubação aplicada nos tratamentos (Tabela 4). Dessa forma, foi possível constatar a relação entre os nutrientes aplicados e a qualidade das sementes. Assim como é citado em alguns trabalhos, DAVIS (2003) observou que os frutos de tomate, oriundos de plantas que receberam adubação foliar ou raiz de B, continham mais B do que frutos de plantas que não receberam o nutriente, indicando que B foi translocado de folhas para frutos. No presente trabalho foi observado a eficiência de absorção do elemento B pelas sementes devido a presença do ácido húmico, visto que o tratamento B sem AH apresentou menor percentagem nas seguintes variáveis: primeira contagem, germinação, índice de velocidade de germinação.

Tabela 4. Teor de Boro e Zinco (mg kg) observada nas sementes de tomate, híbrido BRS Nagai. Brasília, DF. 2018.

Tratamento	Boro		Zinco	
	Com ácido húmico	Sem ácido húmico	Com ácido húmico	Sem ácido húmico
Controle	9,32	9,48	64,23	63,29
Zinco	10,50	9,42	57,99	76,01
Zinco + Boro	17,82	11,63	69,31	85,82
Boro	14,86	9,70	63,91	67,77

Quantificação dos elementos encontrados após a caracterização química das sementes.

Nesse caso, através da avaliação de caracterização química das sementes, observado na Tabela 4, foi possível confirmar os resultados encontrados, uma vez que em sementes oriundas de plantas que receberam o tratamento B com AH foi encontrado mais B nas sementes (14,86mg kg⁻¹) em comparação ao tratamento B sem AH (9,70 mg kg⁻¹); isso provavelmente deve-se a funcionalidade do ácido húmico em ter aumentado a eficiência de absorção do elemento na planta.

Além disso, para a variável massa seca da parte aérea houve interação entre nutrientes e ácido húmico (Tabela 2). Nesse caso, os melhores resultados foram observados no tratamento

B com AH com peso de 110,05g, diferindo estatisticamente do controle (apenas ácido húmico) que obteve o menor peso de 83,02g (Tabela 5). No trabalho de MOSCHINI (2015) que avaliou a interação de substâncias húmicas com boro no crescimento do tomateiro, verificou-se que quando há maior disponibilidade de B, o aumento das concentrações de C-AH acresce a produção de matéria seca e, principalmente a da parte aérea do tomateiro, confirmando assim, os dados apresentados nesse trabalho.

Tabela 5. Médias dos valores de massa seca da parte aérea, MSPA (g); envelhecimento acelerado, EA (%).

Tratamento	MSPA (g)		EA (%)	
	Com AH	Sem AH	Com AH	Sem AH
Controle	83,02 bB	96,98 aA	59 aA	58 aA
Zinco	83,82 bA	85,91 aA	44 bA	41 bA
Zinco+Boro	89,42 bA	94,32 aA	39 bB	69 aA
Boro	110,05 aA	94,13 aB	51 aA	43 bA
CV (%)	14,52		12,91	

Média seguida de mesma letra minúsculas entre linhas, e maiúsculas entre colunas, não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de scott knott.

Vários trabalhos têm sido realizados para entender a funcionalidade de substâncias húmicas, nesse caso o ácido húmico, na fisiologia de plantas. Na revisão bibliográfica realizada por ROSE et al. (2014) foi relatado a partir de meta-análise realizada com 81 trabalhos científicos que as substâncias húmicas elevam em cerca de 22% a massa seca da parte aérea, as respostas variaram de acordo com a fonte das substâncias húmicas utilizadas e a dose de aplicação. Um dos principais efeitos fisiológicos causados pelo AH é o incremento positivo no crescimento das raízes das plantas, conseqüentemente, refletindo também na altura da parte aérea (ROSA et al., 2009).

No teste de envelhecimento acelerado, as sementes são submetidas à alta temperatura e umidade relativa elevada por período relativamente curto, sendo, em seguida, colocadas para germinar. Lotes de sementes de alto vigor manterão sua viabilidade quando submetidos a essas condições, enquanto que as de baixo vigor terá sua viabilidade reduzida (MARCOS FILHO, 2015). Nota-se que para esta variável (Tabela 5), averiguou uma interação significativa entre todas as fontes de variação avaliadas, onde o tratamento B+AH apresentou uma melhor resposta (51 %), não diferindo do controle. O tratamento que recebeu Zn+B com AH apresentou a menor germinação, isto é, 39%. Contrariamente ao tratamento das combinações Zn+B sem AH, o qual propiciou uma média de 69%, não diferindo do controle, ou seja, o comportamento do fator

ácido húmico não teve efeito entre os nutrientes, uma vez que não foi apresentado diferença significativa quando adicionado aos elementos.

A emergência de plântulas é outro teste de vigor onde as condições adversas em que as sementes estão sujeitas no campo podem influenciar o desenvolvimento das plantas, interferindo na uniformidade do estande final e na produção (MARCOS-FILHO, 2015). Na Tabela 2 observa que para a análise de emergência de plântulas, não houve diferença significativa e nem interação entre os fatores ($p > 0,05$) mostrando que os elementos avaliados não influenciaram no teste de vigor das sementes.

A condução de testes de vigor é utilizada para detectar diferenças no potencial fisiológico de lotes, fornecendo informações adicionais ao teste de germinação (MARCOS FILHO, 2015). Nesse caso, o uso de AH não influenciou no vigor das sementes em combinação com os elementos; por outro lado, o Zn mostrou efeitos sem a presença do AH. Para o envelhecimento acelerado (EA), o nutriente B teve um melhor comportamento ao ser combinado com o AH (51%) não diferindo do controle (59%) e a combinação Zn+B apresentou resultados sem o AH (69 %)

Nesse caso, baixo vigor indica que o Zn não teve efeitos ao ser aplicado em conjunto com o AH. Certamente o que pode ter ocorrido, conforme visto os dados obtidos na análise de caracterização química das sementes (Tabela 4) que o teor de Zn nas sementes foi maior quando sem o AH ($76,01 \text{ mg kg}^{-1}$) do que na presença de AH ($57,99 \text{ mg kg}^{-1}$). Conseqüentemente, o Zn em conjunto com o B, foi obtido o maior teor de Zn nas sementes, em que o tratamento foi Zn sem o AH ($85,82 \text{ mg kg}^{-1}$) enquanto que o teor Zn em conjunto com o boro com AH foi de $69,31 \text{ mg kg}^{-1}$. Infere-se que o Zn pode não apresentar bons resultados na presença de AH. Por esse motivo, possivelmente, os testes de vigor avaliados nesse trabalho para esse tratamento, tenham apresentado as menores médias.

5 CONCLUSÃO

Os nutrientes foram absorvidos pelas plantas de modo que os teores encontrados nas sementes foram relativos ao tratamento aplicado. Foi observado que a presença do ácido húmico não influenciou na qualidade das sementes, de modo que, teve efeito positivo no vigor em combinação com o boro, e o zinco mostrou-se não eficiente na presença do ácido húmico mesmo em conjunto com o Boro.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, S. R. S. **Alterações fisiológicas, bioquímicas e morfológicas durante a maturação de sementes híbridas de tomate**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de Brasília, Brasília-DF, 143p. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.
- CARDOSO, A. I. I. **Nutrição e adubação em campos de produção de sementes de hortaliças**. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed). Hortaliças: tecnologia de produção de sementes. Brasília, Embrapa Hortaliças, p. 109-134. 2011.
- CARVALHO N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal, Funep. 588p. 2000
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5a Ed. Jaboticabal: FUNEP, 590p. 2012.
- DAVIS, J.M.; SANDERS, D.C.; NELSON, P.V.; LENGNICK, L.; SPERRY, W.J. Boron Improves Growth, Yield, Quality, and Nutrient Content of Tomato. *American Society for Horticultural Science*, v.128, p.441-446, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças (Embrapa - Hortaliças). **Cultivo de Tomate para Industrialização**. Brasília: 2ª Edição. Versão Eletrônica, Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/coeficientestecnicos.htm acesso em DEZ/2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** 35: 1039-1042. 2011.
- FURLANI, A.M.C. CARVALHO, C.P.; FREITAS, J.G. VERDIAL, M. F.; Wheat cultivar tolerance to boron deficiency and toxicity in nutrient solution. **Scientia Agricola**, v.60, n.2, p.359-370, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v60n2/15340.pdf>. Acesso em: Dez/2018. doi: 10.1590/ S0103-90162003000200022.
- KANO, C., CARDOSO, A. I. I., HIGUTI, A. R. O., & VILLAS BOAS, R. L. Doses de potássio na produção e qualidade de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, p. 356-359, 2006.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 660p. 2015.
- MOSCHINI, B. P.; SILVA, C. A. Tomato nutrition and growth as related to the humic acid-boron interaction in contrasting soils. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 3, p. 81-90, 2018. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S0871-018X2018000300009&script=sci_arttext&tlng= acesso: Abril. 2018.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.211-214,2005.

ORIOLO JUNIOR, V.; MELLO PRADO, R.; LEONEL, L.C. CAZETTA, D.A.; SILVEIRA, C.M.; QUEIROZ, R.J.B.; GAMA BASTOS, J.C. H. A. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de massa seca de plantas de trigo. **Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal**. v.8, n.1, p.28-36, 2008.

PANOBIANCO M; MARCOS FILHO J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agrícola** v.58, n.3, p.525-531, 2001.

ROSA, C. M.; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F. S.; OLIVEIRA, E. S.; LEAL, O. A. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4, p.959-967, 2009.

ROSE, M. T., PATTI, A. F., LITTLE, K. R., BROWN, A. L., JACKSON, W. R., CAVAGNARO, T. R. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. In **Advances in agronomy**, v. 124, p. 37-89, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre:Artemed, 954p, 2013.

TRANI, P. E.; KARIYA, E.A.; HANAI, S. M.; BASSETO JÚNIOR, O.B.; PURQUERIO, L.F.V.; TRANI, A.L. Calagem e Adubação do Tomate de Mesa. **Boletim Técnico**, IAC 215. Campinas, SP. 35p, 2015.

7 CONCLUSÃO GERAL

Para o rendimento de sementes, qualidade fisiológica e vigor das sementes de tomate, o ácido húmico na dose de 25 mg L não apresentou efeitos ao atuar na presença dos micronutrientes Zn e B, conjuntamente. O ácido húmico mostrou efeitos isoladamente e, aumentou a eficiência de absorção do boro contribuindo para o aumento de vigor das sementes, enquanto que o zinco apresentou efeitos sem o ácido húmico.