

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 20/02/2022.

**SARA RAISSA BRITO BEZERRA**

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E TEORES DE NUTRIENTES EM SEMENTES DE  
ALFACE COM APLICAÇÃO DE CÁLCIO E BORO VIA FOLIAR**

**Botucatu  
2020**



**SARA RAISSA BRITO BEZERRA**

**APLICAÇÃO DE CÁLCIO E BORO FOLIAR NA PRODUÇÃO, QUALIDADE E  
TEORES DE NUTRIENTES EM SEMENTES DE ALFACE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

**Botucatu**

**2020**

B574p

Bezerra, Sara Raissa Brito

Produção, qualidade e teores de nutrientes em sementes de alface com aplicação de cálcio e boro via foliar / Sara Raissa Brito Bezerra. -- Botucatu, 2020

57 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

1. Olericultura. 2. Alface- sementes. 3. Produção de sementes. 4. Adubação foliar. 5. Potencial fisiológico da semente. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: PRODUÇÃO, QUALIDADE E TEORES DE NUTRIENTES EM SEMENTES DE ALFACE  
COM APLICAÇÃO DE CÁLCIO E BORO VIA FOLIAR

AUTORA: SARA RAISSA BRITO BEZERRA

ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

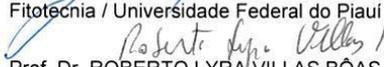
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA  
(HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO  
Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP



Prof. Dr. JOSÉ WALMAR SETUBAL  
Fitotecnia / Universidade Federal do Piauí



Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS  
Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 20 de fevereiro de 2020.



À minha mãe Marileusa, mulher guerreira e de fibra, que me ensinou os valores da garra, foco, caráter, humildade, e persistência de sempre ir em busca dos meus sonhos. Mas acima de tudo ela me ensinou a sorrir e a ter fé nos momentos de maior dificuldade. Mãe, você sempre foi e sempre será a minha inspiração e base.

Dedico



## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar presente em minha vida e demonstrar todos os dias com o raio do sol, de que a vida está para ser vivida e que sempre encontrarei nEle força, bondade e aconchego. Nossa Senhora Aparecida, minha mãe do céu que me amparou nos desesperos, me protegeu e iluminou meus passos, que sempre ouviu meus desabafos e deu colo de mãe e luz para continuar a jornada.

Aos meus pais, Marileusa Brito e Raimundo Bezerra, por serem minha base estrutural, terem abdicado tanto em suas vidas para que eu pudesse realizar os meus sonhos, vejo através do brilho do olhar de vocês que as minhas conquistas, são suas também e a felicidade é maior que a minha. Agradeço por todo incentivo, palavras de apoio, conhecimento, suporte e orações durante toda a minha vida, vocês nunca deixaram de acreditar em mim e no meu potencial e se estou onde estou, conquistando o “mundo” é por vocês e graças a vocês. Meu eterno amor e gratidão.

Wesley Brito, maninho, agradeço por todas as risadas, amor e simplesmente por ser exatamente como és. É por você que eu estou conquistando o “mundo”, para quem sabe um dia, poder abrir portas ou simplesmente servir de inspiração, pois para mim tu és exemplo e inspiração de esforço e dedicação, pode ter certeza que de onde eu estiver, eu sempre estarei contigo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso, pela paciência, prestatividade, ensinamento e credibilidade na realização deste mestrado.

Matheus Xavier por toda paciência, amor, apoio e por acreditar que eu seria capaz de atingir o que tanto almejo, por estar comigo e não desistir de mim nos momentos de maiores dificuldades, obrigada por fazer parte da minha vida, pois você surgiu e se tornou meu destino, te amo.

À Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP – Campus de Botucatu, pela oportunidade e pelos subsídios que proporcionaram a realização deste curso de pós-graduação. À banca avaliadora que aceitaram contribuir com esse trabalho.

Aos diversos professores que contribuíram para minha formação intelectual e pessoal, em especial aos que me apoiaram e deram suporte para cursar mestrado e doutorado, Prof. Dra. Poliana Mota e Prof. Dr. José Walmar Setubal, vocês que me ensinaram os primeiros passos da vida científica e me incentivaram a vir a Botucatu. Quanta gratidão! Obrigada pelas oportunidades e por serem meus eternos pais científicos e grandes amigos de vida.

Aos professores da pós-graduação em Agronomia (Horticultura), pela ajuda, conhecimento e força. Em especial ao Prof. Dr. Filipe Giardini, que além de amigo, enxugou minhas lágrimas e me ensinou o caminho das pedras, por todos os direcionamentos pessoal e profissional, obrigada por não me deixar desistir.

A todos funcionários da Fazenda Experimental São Manuel por toda ajuda desde a implementação do experimento à colheita. Aos funcionários do Departamento de Horticultura, em especial, Edvaldo, Sandra e Eduardo pelas conversas, por toda ajuda durante as avaliações dos experimentos. Aos estagiários Murillo Leite e Iasmim Menezes pela ajuda na execução do experimento e por tantos risos nas horas dos trabalhos mais árduos.

Aos amigos que Botucatu me deu, que tornaram-se minha família, oferecendo apoio, companheirismo, descontração e força. Em especial à Emanuelle, Isabella, Estefânia, Raíra, Alessandro, Patrick e Marcela, obrigada por existirem e me permitirem fazer parte da vida de vocês. Aos meus amigos de vida, Renata, Ianny, Raquel, Jayne, Maria, Júnior e Josimar Jr., sou abençoada por ter vocês em minha vida. “Aos anjos que encontrei pelo caminho, dei um nome bonito: amigos” (Gustavo Lacombe).

Agradeço a todos que direta e indiretamente me auxiliaram na realização do meu sonho, o mestrado, por todos que acreditam e sonharam comigo, essa conquista é de vocês também.

A realização desta pós-graduação foi com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Gratidão

“Toda coragem precisa de um medo para existir. Uma estranha dependência complicada de sentir. A coragem de levantar vem do medo de cair. Use sempre a coragem para se fortalecer. E quando o medo surgir não precisa se esconder. Faça que seu próprio medo tenha medo de você.”

Bráulio Bessa



## RESUMO

A alface tem grande importância agrônômica e econômica para o Brasil e está entre as folhosas mais consumidas no país. Um dos fatores de relevância para obtenção de altas produtividades é a utilização de sementes de elevada qualidade. O cálcio e o boro são nutrientes de destaque nas etapas de florescimento, germinação de pólen e no processo de frutificação. Os dois nutrientes são pouco móveis na planta, sendo que alguns autores recomendam a pulverização foliar para melhorar a produtividade e qualidade das sementes. No entanto, não existem estudos em alface com a utilização destes nutrientes para produção de sementes. Objetivou-se avaliar o efeito desses dois nutrientes pulverizados diretamente nas inflorescências, desde o início do florescimento, na produção e qualidade de sementes de alface 'Vera'. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo avaliados quatro tratamentos (apenas cálcio (Ca), 0,72 g L<sup>-1</sup>, apenas boro (B), 0,17 g L<sup>-1</sup>, aplicação conjunta de cálcio e boro e a testemunha), em seis repetições. Foram avaliadas as seguintes características: produção de sementes (massa e número por planta), qualidade das sementes (massa de mil sementes, germinação, primeira contagem, germinação total, índice de velocidade de germinação após a colheita das sementes e após nove meses de armazenamento, comprimento das plântulas, massa fresca e seca, teste de emergência, índice de velocidade de emergência, número de folhas, massa fresca da parte aérea aos sete dias após a semeadura), teor e acúmulo de macro e micronutrientes nas sementes. Para massa de mil sementes de alface, os tratamentos cálcio + boro e apenas boro apresentaram massa inferior aos demais. Para o teor de Ca não houve diferença entre os tratamentos. No entanto, houve maior teor e acúmulo de boro nas sementes das plantas que receberam a aplicação de boro, comprovando que esse nutriente é absorvido pelas sementes de alface. Em ordem decrescente, a média de macronutrientes acumulados nas sementes foi N>K>P>Ca>Mg>S e em relação aos micronutrientes houve uma diferenciação de acordo com os tratamentos, sendo que para a testemunha e os que apresentavam Ca foi Fe>Zn>Mn>B>Cu e para os tratamentos boro e boro + cálcio foi Fe>Zn>B>Mn>Cu.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L.. Sementes. Adubação foliar. Germinação. Vigor. Potencial fisiológico da semente.



## ABSTRACT

Lettuce is of great agronomic and economic importance for Brazil and is among the most consumed hardwoods in the country. One of the relevant factors for obtaining high productivity is the use of high quality seeds. Calcium and boron are prominent nutrients in the stages of flowering, pollen germination and in the fruiting process. Both nutrients are not very mobile in the plant, and some authors recommend foliar spraying to improve seed productivity and quality. However, there are no studies on lettuce using these nutrients for seed production. The objective was to evaluate the effect of these two nutrients sprayed directly on the inflorescences, since the beginning of flowering, on the production and quality of 'Vera' lettuce seeds. It was used randomized block design used was in randomized blocks, being evaluated four treatments (only calcium (Ca), 0.72 g L<sup>-1</sup>, only boron (B), 0.17 g L<sup>-1</sup>, joint application of calcium and boron and the control group ), in six replications. The following characteristics were evaluated: seed production (mass and number per plant), seed quality (mass of thousand seed, germination, first counting, total germination, germination speed index after seed harvest and after nine months of storage, seedling length, fresh and dry mass, emergency test, emergency speed index, number of leaves, fresh shoot weight at seven days after sowing), content and accumulation of macro and micronutrients in the seeds. For a mass of a thousand lettuce seeds, the calcium + boron and only boron treatments showed a lower mass than the others. For the Ca content, there was no difference between treatments. However, there was a higher content and accumulation of boron in the seeds of the plants that received the application of boron, proving that this nutrient is absorbed by the lettuce seeds. In decreasing order, the average of macronutrients accumulated in the seeds was N>K>P>Ca>Mg>S and in relation to micronutrients there was a differentiation according to the treatments, for the control and for those with Ca was Fe>Zn>Mn>B>Cu and for the boron and boron + calcium treatments it was Fe>Zn>B>Mn>Cu.

**Keywords:** *Lactuca sativa* L.. Seeds. Leaf fertilization. Germination. Vigor. Seed physiological potential.



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Caracterização química do solo antes da instalação do experimento com aplicação de cálcio e boro, direcionado a flor, em alface.....</b>	<b>29</b>
<b>Tabela 2 - Média do ciclo até a colheita das sementes de alface de acordo com os tratamentos com aplicação de cálcio e boro, via foliar.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabela 3 – Média das massas e número de sementes por planta de acordo com os tratamentos com aplicação de cálcio e boro, via foliar, em alface.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabela 4 - Média da massa de mil sementes, primeira contagem, germinação total (GT) e índice de velocidade de germinação (IVG), obtidos logo após o beneficiamento das sementes, em função dos tratamentos de aplicação de cálcio e boro, via foliar, em alface.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabela 5 - Média da massa de mil sementes, primeira contagem, germinação total (GT) e índice de velocidade de germinação (IVG), obtidos após nove meses de armazenamento das sementes, em função dos tratamentos de aplicação via foliar de cálcio e boro, em alface.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabela 6 - Médias de comprimento de plântulas, matéria fresca e seca das plântulas normais do teste de germinação realizado após nove meses de armazenamento das sementes, em função dos tratamentos de aplicação de cálcio e boro, via foliar, em alface.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabela 7 - Média da emergência de plântulas (E%) aos 7 DAS e 21 DAS, índice de velocidade de emergência (IVE) avaliados até 7DAS, número de folhas por plântula (NF) avaliados aos 21 DAS, massa da matéria fresca (MF) aos 7 DAS em função dos tratamentos de aplicação de cálcio e boro, via foliar, em alface.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabela 8 - Teores de macro e micronutrientes nas sementes da alface nos tratamentos de aplicação foliar com cálcio e/ou boro.....</b>	<b>46</b>

**Tabela 9 - Acúmulo de nutrientes nas sementes de alface nos tratamentos de aplicação foliar com cálcio e/ ou boro..... 48**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspectos gerais da alface.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Nutrição mineral na produção e qualidade de sementes.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Importância do cálcio.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4</b>	<b>Importância do boro.....</b>	<b>25</b>
<b>2.5</b>	<b>Qualidade fisiológica das sementes.....</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Localização e caracterização da área experimental.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Produção de mudas, transplante e manejo das plantas.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3</b>	<b>Tratamentos e delineamento experimental.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Colheita e beneficiamento.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5</b>	<b>Características avaliadas.....</b>	<b>33</b>
3.5.1	Ciclo e produção de sementes.....	33
3.5.2	Qualidade das sementes.....	33
3.5.3	Análise química das sementes.....	36
<b>3.6</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Ciclo e produção de sementes.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>Qualidade das sementes.....</b>	<b>39</b>
<b>4.3</b>	<b>Teor de nutrientes nas sementes.....</b>	<b>44</b>
<b>4.4</b>	<b>Acúmulo de nutrientes nas sementes.....</b>	<b>46</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>51</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertencente à família das Asteraceas é considerada uma das principais hortaliças folhosas consumidas no Brasil, sendo excelente fonte de vitaminas e sais minerais. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017), o número de estabelecimentos agropecuários a produzir essa cultura está em torno de 110 mil unidades, abrigando 150 mil trabalhadores rurais na sua cadeia de produção (PONTES, 2006).

A região Nordeste do Brasil e o norte de Minas Gerais são as principais regiões produtoras de sementes de alface, principalmente por apresentarem condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento, melhor qualidade e elevadas produções de sementes (SALA; NASCIMENTO, 2014).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), no início da fase reprodutiva a exigência nutricional aumenta, em comparação a alface para consumo das folhas, acumulando nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre até três vezes mais e 50% a mais de micronutrientes (KANO et al., 2011a; SALA; NASCIMENTO, 2014).

O cálcio (Ca) é um macronutriente associado à estrutura, regulação da parede celular e manutenção da membrana plasmática, sendo fundamental ao crescimento e desenvolvimento das plantas. A sua carência na alface, ocasiona o aparecimento de necroses nos tecidos jovens, principalmente na margem das folhas, caracterizado como um distúrbio fisiológico conhecido como “Tip burn”, ou queima dos bordos, podendo ter significantes perdas na qualidade e produção de “cabeças” e de sementes (SALA; NASCIMENTO, 2014).

O boro (B) é um micronutriente que apresenta um estreito limite entre a toxidez e a deficiência (MALAVOLTA et al., 1997). É um importante elemento na translocação de açúcares e metabolismos de carboidratos, com funções no florescimento e no processo de frutificação (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

O cálcio não apresenta redistribuição dentro da planta, apresentando maior teor em tecidos com maior taxa de transpiração (BENINNI et al., 2003; MILLAWAY; WIERSHOLM, 1979). O boro tem baixa mobilidade, e os sintomas de deficiência são mais comuns em tecidos de crescimento, podendo causar efeito sobre a redução da massa média das cabeças de alface (ADAMS et al., 1986; MAGALHÃES, 1988).

Ambos nutrientes, Ca e B, apresentam importância para a germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico, ferramentas fundamentais na fecundação das flores, e taxa de pegamento dos frutos (LEITE et al., 2011).

Devido à distribuição do Ca e do B na planta serem preferencialmente via xilema, a taxa de redistribuição para os frutos é baixíssima e conseqüentemente para as sementes. A maior concentração destes nutrientes, principalmente o Ca, é nas folhas velhas, pois as mesmas realizam maior transpiração (MALAVOLTA, 1980). Por isto, Bevilaqua et al. (2002) sugerem que a aplicação destes nutrientes deva ser feita via foliar na fase de floração ou pós-floração para haver melhor aproveitamento e, conseqüentemente, aumento na produtividade de sementes.

Plantas nutricionalmente equilibradas afetam o tamanho, massa e o vigor das sementes, apresentam maior qualidade e resistem mesmo sob adversidades no período de produção (SÁ, 1994).

Devido à escassez de informações sobre os efeitos da aplicação de cálcio e boro no desenvolvimento e qualidade de sementes, objetivou-se estudar as influências desses nutrientes via aplicação direcionada às inflorescências na produção e qualidade de sementes de alface, assim como no teor e acúmulo de nutrientes nas sementes.

## 5 CONCLUSÃO

A aplicação de cálcio e boro diretamente nas inflorescências de alface não promoveu diferença na produção e no vigor das sementes.

Em ordem decrescente, a média do teor e acúmulo de macronutrientes nas sementes foi:  $N > K > P > Ca > Mg > S$ , enquanto para os micronutrientes houve diferença em função do tratamento, sendo que para o tratamento com cálcio e para a testemunha a ordem foi:  $Fe > Zn > Mn > B > Cu$ , e para os tratamentos boro e cálcio + boro, foi de:  $Fe > Zn > B > Mn > Cu$ .

Não se pode descartar a possibilidade do uso do Ca e B para a alface, visto que os resultados poderiam ter se mostrado diferente em solos pobres nestes nutrientes ou sem a utilização de irrigação, já que a irrigação favorece a absorção destes nutrientes presentes no solo.



## REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F.L. et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão em função de sistemas de manejo de solo e adubação foliar com boro. **Cultura agrônômica**, Ilha Solteira, v. 24, 2015. p. 167-180.
- ADAMS, P.; GRAVES, C. J.; WINSOR, G. W. Some effects of micronutrients and liming on the yield, quality and micronutrient status of lettuce grown in beds of peat. **Journal Horticultural Science**, Asford, v. 61, n. 4, 1986. p. 515- 521.
- AGRIANUAL 2019: **anúário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2019. p.119-120.
- AGUIAR, P.A.A. Influência do ácido giberélico na produção de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4, n.1, 1982. p. 89-95.
- AGUILAR, A.S. **Qualidade fisiológica, enzimas antioxidantes e teores de macronutrientes em sementes de berinjela em função de idades e tempos de repouso pós-colheita dos frutos**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019. 65 p.
- AMBROSANO, E.J. et al. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC-Carioca. **Bragantia**, v.58, n.2, 1999. p. 393-399.
- ARANTES; R.P. et al. Aplicação foliar de cálcio e boro a base de cloreto de cálcio e ácido bórico misturado no tanque para avaliação de rendimento da semente de soja. **Revista Científica da Fundação Educacional de Ituverava**, v.6, n.2, 2009. p.117-122.
- Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas - ABCSEM. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2009**. Disponível em: <<http://abcsem.com.br/dados-do-setor> >. Acesso em: 26 ago. 2019.
- Association of official seed analysts – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. AOSA. 1983. 93 p.
- BENINNI, E.R.Y. **Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônicos e convencional**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2002. 33 p.
- BENINNI, E.R.Y.; TAKAHASHI, H.W.; NEVES, C.S.V.J. Manejo do cálcio em alface de cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, 2003. p. 117-122.
- BEVILAQUA, G.A.P.; SILVA FILHO, P.M.; POSSENTI, J.C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, v.32, n.1, 2002. p. 32-34.
- BLEVINS, D.G.; LUKASZEWSKI, K.M. Função do boro na estrutura da planta. **Revisão anual de fisiologia vegetal**, Stanford, v.49, 1998. p. 481-500.

BRASIL. Instrução Normativa nº42, de 17 de setembro de 2019. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, nº182, p.6, 19 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento: Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CARDOSO, A.I.I. et al. Phosphate fertilization over the accumulation of macronutrients in cauliflower seed production. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.2, 2016. p. 196-201.

CARDOSO, A.I.I. et al. Alterações em propriedades do solo adubado com doses de composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.4, 2011. p. 594-599.

CARVALHO, J.L.; MINAMI, K. Efeitos da adubação nitrogenada sobre a qualidade de sementes de alface. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**. v.37, n.1, 1980. p. 23-32.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Semente**: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Semente**: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada Revista - CEPEA. **Hortifruti Brasil**: Anuário 2018 | 2019 - Retrospectiva 2018 e Perspectiva 2019. São Paulo: Cepea, 2019. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2018-2019.aspx>>. Acesso em 20 out. 2019.

CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA. 2005. 785 p.

COLOMBARI, L.F. **Alterações fisiológicas, nutricionais e bioquímicas em sementes de pimentão, com frutos em diferentes estádios de maturação e repouso pós-colheita**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019. 85 p.

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, 2009. p. 1-11.

DAN, E.L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, 1987. p. 45-55.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F. et al. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS/UFV. 2007. p. 92-132.

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience**, Alexandria, v.15, n.6, 1980. p. 775-780.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPAES. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 2006. 412 p.

ESPÍNDOLA, C.R.; TOSIN, W.A.C.; PACCOLA, A.A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1974, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 650-654.

FARINELLI, R. et al. Características agronômicas e qualidade fisiológicas de sementes de cultivares de feijão adubados via foliar com cálcio e boro. **Revista Científica**, Jaboticabal, v.34, n.1. 2006, p. 59-65.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.38, n.2, 2014. p. 109-112.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Viçosa: UFV, 2013. 421 p.

FOLONI, J.S.S. et al. Acúmulo de nutrientes e relação C / N em diferentes estádios fenológicos do milho submetido à adubação nitrogenada. **Revista Agroambiente**, v.10, n.1, 2016. p. 1-9.

FONTES, R.R. et al. Efeito da aplicação de Mg, B, Zn e Mo na produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.2, 1982. p. 171-175.

FRANZINI, S.M. et al. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.2, 2004. p. 63-69.

GEORGE, R.A.T. **Vegetable seed production**. 2. ed. Italy: Cabi Publishing, 1999. 328 p.

HENZ, G.P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivadas no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, Novembro, 2009. (Comunicado Técnico 75).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo Agropecuário de 2017**: Resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, v.7, 2017. 108 p.

JAVORSKI, M. et al. Rendimento de sementes de milho em função da adubação foliar com cálcio e boro no estágio fenológico (V6). **Cultivando o Saber**, v.8, n.2, 2015. p. 132-142.

JONES JÚNIOR, J.B. Distribution of 15 elements in corn leaves. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. 1970. p. 27-34.

KANO, C. **Doses de fósforo no acúmulo de nutrientes, na produção e na qualidade de sementes de alface**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia-Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2006. 112 p.

KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS BÔAS, R.L. Phosphorus rates on yield and quality of lettuce seeds. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.4, 2012. p. 695-698.

KANO, C. et al. Doses de potássio na produção e qualidade de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.3, 2006. p. 356-359.

- KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS-BOAS, R.L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.3, 2010. p. 287-291.
- KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS BÔAS, R.L. Acúmulo de nutrientes pela alface destinada à produção de sementes. **Horticultura Brasileira**. v. 29, n.1, 2011a. p. 70-77.
- KANO, C. et al. Germinação de sementes de alface após armazenamento obtidas de plantas cultivadas com doses de fósforo. **Semina**, v.32, n.2, 2011b. p. 591-597.
- KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.
- LÄUCHLI, A. Functions of boron in higher plants: Recent advances and open questions. **Plant Biology**, v.4, 2002. p. 190-192.
- LAVIOLA, B.G.; DIAS, L.A. dos S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, 2008. p. 1969-1975.
- LEITE, R.F.C. et al. Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.133, n.4, 2011. p. 785-791.
- LIMA, S.F. de; ANDRADE, M.J.B. de; CARVALHO, J.G. de. Resposta do feijoeiro à adubação foliar de boro, molibdênio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, 1999. p. 462-467.
- MAGALHÃES, J.R. **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA/ CNPH, 1988. 64 p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, 1962. p. 176-177.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed., Piracicaba, SP: Potafós, 1997. 319 p.
- MARCOS FILHO, J.M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTINS, B.N.M. **Enxofre em cobertura e aplicação de composto orgânico no plantio na produção, qualidade e acúmulo de macronutrientes em sementes de**

**alface**. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia-Horticultura)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu-SP, 2018. 51 p.

McCORMAC, A.C.; KEEFE, P.D.; DRAPER, S.R. Automated vigour testing of field vegetables using image analysis. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.18, 1990. p. 103-112.

MENEZES, N.L. de; SANTOS, O.S. dos; SCHMIDT, D. Produção de sementes de alface em cultivo hidropônico. **Ciência Rural**, v.31, n.4, 2001. p. 705-706.

MILLAWAY, R.M.; WIERSHOLM, L. Calcium and metabolic disorders. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.10, n.1-2, 1979. p. 1-28.

MOTA, W.F. et al. Agronomic and economic viability of intercropping onion and lettuce. **Horticultura Brasileira**, 2012. p. 349-354.

NASCIMENTO, W. M.; CRODA, M.D.; LOPES, A.C.A. Produção de sementes qualidade fisiológica e identificação de genótipos de alface termotolerantes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.3, 2012. p. 510-517.

NOGUEIRA, P.V. et al. Germinação de pólen e aplicação de ácido bórico em botões florais de nespereiras. **Bragantia**, v.74, 2015. p. 9-15.

OERTLI, J.J. The mobility of boron in plants. **Plant Soil**, v.155/156, 1993. p. 301-304.

PANDITA, V.K. **Improving planting value of vegetable seeds by physical and physiological methods**. In: Advances in quality seeds product of vegetable crops. Centre of Advanced Faculty Training in Horticulture (Vegetables), Compendium. 2017, 317 p.

PONTES, A. Mercado de sementes de hortaliças no Brasil. In: **Curso sobre tecnologia de produção de sementes de hortaliças**, v.6, 2006, Brasília. Palestras... Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. CD-ROM.

Portal Agrometeorológico e Hidrológico do Estado de São Paulo- CIIAGRO. **Boletim agrometeorologia**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

QUADROS, B.R.; CORREA, C.V.; CARDOSO, A.I.I. Influência de composto orgânico e fósforo sobre sementes de alface. **Semina**, v.33, supl.1, 2012. p. 2511-2518.

QUADROS, B.R. et al. Acúmulo de nutrientes em sementes de alface em função de doses de composto orgânico com e sem adição de fósforo ao solo. **Cultivando o Saber**, v.3, n.2, 2010. p. 106-115.

QUADROS, B.R.; et al. Teor de macronutrientes na parte aérea e sementes de plantas de alface em função de doses de composto orgânico com e sem adição de fósforo ao solo. **Semina**, v.32, supl., 2011. p.1725-1734.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 111 p.

- RAIJ, B. van. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991. 343p.
- REIS, C.J. et al. Doses e modos de aplicação de boro na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão em solo de cerrado. **Revista Ceres**, Viçosa, v.55, n.4, 2008. p. 258-264.
- RODRIGUES, E.T. et al. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.28, 2010. p. 483-488.
- ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E. A adubação foliar em soja. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. **Adubação foliar**. Campinas, SP: Fundação Cargill. 1989. 500 p.
- ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E.; NAKAGAWA, J. Adubação foliar do feijoeiro. VIII. Fontes e doses de cálcio. **Científica**, São Paulo, v.18, 1990. p.81-86.
- RYDER, E.J. **Lettuce, endive and chicory**. CABI Publishing, 1999. 224 p.
- SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E., BUZZETI, S. ed. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994, p. 65-98.
- SAKO, Y. et al. A system for automated vigor assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.29, 2001. p. 625-636.
- SALA, F.C.; NASCIMENTO, W.M. Produção de sementes de alface. In: NASCIMENTO, W.M. **Produção de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa, v.1. 2014. 316 p.
- SHORROCKS, V.M. **Boron deficiency, its prevention and cure**. Borax Ltd. Londres. 1982. 43 p.
- SILVA, D.F. et al. Viabilidade polínica e quantificação de grãos de pólen em espécies de fisális. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.48, n.2, 2017. p. 365-373.
- SIQUEIRA, C. H. et al. Efeito da aplicação foliar de cálcio e tetracloreto de titânio sobre a ocorrência de "Tip burn" em plantas de alface. **Bioscience Journal**, v. 22, 2006, p. 17-23.
- SMITH, O.E.; WELCH, N.C.; LITTLE, T.M. Studies on lettuce seed quality. I. Effect of seed size and weight on vigor. **Journal of American Society for Horticultural Science**. v.98, n.6, 1973. p. 529-533
- TRANI, P.E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van et al., ed. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1996. p. 155-203. (Boletim Técnico, 100).
- TRANI, P.E.; TIVELLI, S.W.; CARRIJO, O.A. **Fertirrigação em Hortaliças**. Campinas: Instituto Agronômico, 2011 (Boletim Técnico).

TURINI, T. et al. **Iceberg lettuce production in California**. 2011. 45 p.

VERÍSSIMO, V. et al. Níveis de cálcio e boro de gemas florais de pereira (*Pyrus* sp.) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, 2006. p. 28-31.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; RAMOS, J.A.de O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa, EPAMIG/EMBRAPA, 1993. 131 p.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 300-322.

VRIES, I.M. Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 44. 1997. p. 165-174.

WESLEY, M.S. et al. Cálcio, boro e reguladores vegetais na fixação de frutos em tomateiro. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v. 2, 2011. p. 103-106.